



André Gui de Carvalho Pereira
Licenciado em Ciências de Engenharia do Ambiente

**Planos de mobilidade empresarial
e o seu contributo para a mobilidade sustentável:
o caso da TNT**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do
Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Doutor Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura,
Professor Auxiliar, Instituto Superior Técnico
Co-Orientador: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso
Ferreira, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Miguel Dias Joanaz de Melo
Arguente: Prof.^a Doutora Maria Júlia Fonseca de Seixas



**FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Setembro 2011



André Gui de Carvalho Pereira

Licenciado em Ciências de Engenharia do Ambiente

**Planos de mobilidade empresarial
e o seu contributo para a mobilidade sustentável:
o caso da TNT**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do
Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Doutor Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura,
Professor Auxiliar, Instituto Superior Técnico

Co-Orientador: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso
Ferreira, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Miguel Dias Joanaz de Melo

Arguente: Prof.^a Doutora Maria Júlia Fonseca de Seixas



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro 2011

**“Planos de mobilidade empresarial
e o seu contributo para a mobilidade sustentável:
o caso da TNT”**

Copyright © 2011 André Gui de Carvalho Pereira, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa. Todos os direitos reservados.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A elaboração desta tese foi um processo longo e árduo. Constituiu, no entanto, um desafio estimulante, na medida em que aborda um tema relevante no panorama actual de mitigação das alterações climáticas. Foram várias as pessoas e entidades que me ajudaram e às quais quero expressar a minha gratidão:

Ao meu orientador, o Prof. Doutor Filipe Moura, pelo auxílio prestado, nomeadamente na disponibilidade para o esclarecimento de dúvidas, na estruturação da tese e no fornecimento de referências bibliográficas determinantes para o seu desenvolvimento.

Ao Prof. Doutor Francisco Ferreira, pela ajuda na escolha do tema e por ter estabelecido os contactos iniciais com a Quercus.

A toda a equipa do Grupo EcoCasa (liderado pela Eng. Ana Rita Antunes) e, em especial, à Eng. Laura Carvalho, pela partilha dos seus conhecimentos na área da mobilidade e pela disponibilidade demonstrada ao longo de todo este processo.

À TNT e aos diversos operadores de transportes analisados, pelo fornecimento de dados sem os quais esta tese não poderia ter sido elaborada.

Ao Prof. Doutor Gonçalo Correia, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, pela disponibilização da sua tese de doutoramento, que me foi bastante útil na fase final deste processo.

À minha família e amigos, pelo apoio prestado ao longo desta odisseia.

Sumário

A melhoria da qualidade de vida e o aumento do desenvolvimento económico e social têm impulsionado as sociedades modernas a consumir cada vez mais energia e a emitir cada vez mais gases com efeito de estufa. O aumento gradual da concentração desses gases na atmosfera tem levado à ocorrência de alterações climáticas a nível global, cujas consequências a longo prazo são bastante preocupantes.

Um dos principais responsáveis pela situação actual é o sector dos transportes, que representa cerca de um terço do consumo final de energia dos países membros da Agência Europeia do Ambiente e é responsável por mais de um quinto das emissões de gases com efeito de estufa e por grande parte da poluição atmosférica. Perante o cenário actual de insustentabilidade, reveste-se de particular importância a determinação de estratégias que permitam aumentar a eficiência nesse sector.

O objectivo da presente dissertação foi analisar a eficácia de um conjunto de estratégias (implementação de uma creche/infantário no local de trabalho, criação de circuitos de *minibus*, pagamento dos passes dos trabalhadores por parte da entidade patronal, criação de uma rede de *ridesharing* e implementação de teletrabalho), que incidem em instrumentos de gestão da procura de transportes, na minimização dos impactes ambientais associados aos movimentos pendulares dos trabalhadores de uma empresa de transporte expresso (TNT).

A estratégia relativa à criação de circuitos realizados em *minibus* foi analisada e posteriormente excluída por apresentar um impacte ambiental superior ao verificado na situação inicial. Determinou-se também que a estratégia mais eficiente, tendo em conta os objectivos definidos, foi o pagamento dos passes por parte da TNT, já que não só apresentava a melhor relação custo-eficácia como também iria contribuir para a maior redução de emissões de CO₂ de todas as estratégias analisadas.

Globalmente, conclui-se que os planos de mobilidade empresarial podem contribuir para uma mobilidade mais sustentável através da redução das emissões carbónicas e assim minimizar os efeitos negativos das emissões causadoras das alterações climáticas. Contudo, os resultados obtidos sugerem que os custos associados são superiores em uma ordem de magnitude ao preço da tonelada de carbono transaccionada no mercado de carbono, tornando estas medidas pouco interessantes para a sociedade e discutível a imposição destes custos às empresas.

Palavras-chave: Planos de mobilidade empresarial, Mobilidade sustentável, Transportes, Alterações Climáticas

Abstract

The improvement of the quality of life and the increasing social and economic development has driven modern societies to consume more energy and emit more greenhouse gases. Increasing levels of greenhouse gases in the atmosphere led to global warming and climate change, with long-term troublesome consequences.

A major contributor to the current situation is the transport sector, which accounts for about one third of all final energy consumption in the EEA member countries, for more than a fifth of greenhouse gas emissions and for much of the air pollution. Given the current scenario of unsustainability, it is crucial to determine strategies to increase efficiency in this sector.

The aim of this dissertation was to analyze the cost-effectiveness of a set of strategies of employers' travel plans (implementation of a daycare/nursery in the workplace, creation of minibus circuits, employer-provided transit passes, creation of a ridesharing network and the implementation of telework), which focus on transportation demand management measures, in minimizing the environmental impacts associated with the daily commute of workers from a freight transportation company (TNT).

Our results exclude the creation of minibus circuits, because its implementation would result in an increase in environmental impacts, when compared with the initial situation. We also determined that the most efficient strategy, taking into account our objectives, was the employer-provided transit passes, since it not only had the lowest cost-effectiveness but would also contribute to the largest reduction of CO₂ emissions of all strategies analyzed. Globally, we conclude that employer travel plans can cost-effectively contribute to a more sustainable mobility through the reduction of carbon emissions and minimizing the negative consequences of climate change.

Keywords: Employer travel plan, Sustainable Mobility, Transport, Climate Change

Índice de Matérias

DIREITOS DE CÓPIA.....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
SUMÁRIO.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE DE MATÉRIAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	ix
ACRÓNIMOS	XI
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 PROBLEMÁTICA	1
1.1.1 <i>Situação Actual</i>	1
1.1.2 <i>O sector dos transportes</i>	4
1.2 MOTIVAÇÃO E OBJECTIVOS	8
2 RESPOSTAS DA CIÊNCIA AOS PROBLEMAS DE MOBILIDADE	10
2.1 CONCEITOS RELEVANTES	10
2.1.1 <i>Movimento Pendular</i>	10
2.1.2 <i>Mobilidade sustentável</i>	10
2.1.3 <i>Passageiro-quilómetro</i>	11
2.1.4 <i>Cadeia de viagens</i>	11
2.1.5 <i>Planos de mobilidade empresarial</i>	12
2.2 IDENTIFICAÇÃO DE ALTERNATIVAS.....	18
2.2.1 <i>Creche/infantário no local de trabalho</i>	19
2.2.2 <i>Minibus</i>	19
2.2.3 <i>Pagamento de passes</i>	19
2.2.4 <i>Ridesharing</i>	21
2.2.5 <i>Teletrabalho</i>	25
3 ANÁLISE DE UM CASO DE ESTUDO	30
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	30
3.2 METODOLOGIA	31
3.2.1 <i>Realização de inquéritos</i>	34
3.2.2 <i>Determinação das distâncias e durações dos percursos</i>	34
3.2.3 <i>Quantificação das emissões e dos custos</i>	34
3.2.4 <i>Determinação de alternativas de mobilidade</i>	38
3.2.5 <i>Avaliação comportamental</i>	38
3.3 RESULTADOS	39
3.3.1 <i>Tipo de transporte utilizado</i>	39
3.3.2 <i>Tipo de combustível utilizado</i>	41
3.3.3 <i>Partilha do transporte individual no percurso pendular</i>	41
3.3.4 <i>Duração e distância do percurso</i>	42
3.3.5 <i>Utilização dos transportes colectivos</i>	44
3.3.6 <i>Emissões de CO₂ associadas às deslocações pendulares</i>	45

3.3.7	<i>Incentivos</i>	46
3.4	RESULTADOS DAS ALTERNATIVAS	47
3.5	CONCLUSÕES.....	53
4	ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO	54
4.1	CRECHE NO LOCAL DE TRABALHO	56
4.2	<i>MINIBUS</i>	60
4.3	PAGAMENTO DE PASSES.....	65
4.4	<i>RIDESHARING</i>	67
4.5	TELETRABALHO	73
4.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	76
5	CONCLUSÕES.....	79
	BIBLIOGRAFIA.....	82
	ANEXOS	85

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Contribuição dos diferentes sectores para as emissões totais de gases com efeito de estufa de origem antropogénica em 2004 (em termos de CO ₂ -equivalente).....	1
Figura 1.2 - Emissões totais anuais de gases com efeito de estufa de origem antropogénica entre 1970 e 2004 (Adaptado de IPCC, 2007).....	2
Figura 1.3 - Evolução das emissões de gases com efeito de estufa resultantes do sector dos transportes (<i>European Topic Centre/Air and Climate Change</i> , citado por EEA, 2008).....	4
Figura 1.4 - Emissões de gases com efeito de estufa por sector em Portugal, no período compreendido entre 1990 e 2009 (APA, 2011).....	5
Figura 1.5 - Emissões de GEE associadas aos diferentes modos de transporte	5
Figura 1.6 - Evolução do número de proprietários de automóveis por 1000 habitantes entre 1995 e 2005 (Fonte: Eurostat, citado por EEA, 2008)	6
Figura 1.7 - Crescimento das deslocações em automóvel particular versus eficiência do combustível, na UE-15 (Fonte: Enerdata, 2006, citado por EEA, 2007)	7
Figura 2.1 - Fases de desenvolvimento de um plano de mobilidade empresarial (Adaptado de Potter <i>et al.</i> , 1998, citado por Rye, 2002).....	14
Figura 2.2 - Redução total do tráfego automóvel nas áreas urbanas (Litman, 1997)	20
Figura 2.3 - Estimativa dos benefícios financeiros associados à implementação da estratégia, em milhões de dólares (Litman, 1997)	21
Figura 3.1 - Metodologia utilizada na primeira fase do estudo.....	33
Figura 3.2 - Tipo de transporte utilizado nas deslocações pendulares	39
Figura 3.3 - Tipo de transporte utilizado nas deslocações pendulares em Lisboa	40
Figura 3.4 - Tipo de transporte utilizado nas deslocações pendulares em Coimbra e no Porto.....	40
Figura 3.5 - Tipo de combustível utilizado nos veículos dos colaboradores TNT	41
Figura 3.6 - Partilha do transporte individual, com outros passageiros, no percurso pendular	41
Figura 3.7 - Meios de transporte colectivo mais utilizados pelos colaboradores de Lisboa	44
Figura 3.8 - Distribuição do número de transportes colectivos utilizados pelos colaboradores nas suas deslocações pendulares.....	45
Figura 3.9 - Emissões de CO ₂ por tipo de transporte utilizado nas deslocações pendulares	46
Figura 3.10 - Incentivos sugeridos para estimular a utilização dos transportes colectivos	47
Figura 3.11 - Emissões de CO ₂ associadas às deslocações pendulares de todos os colaboradores de Coimbra.....	49
Figura 3.12 - Emissões de CO ₂ associadas às deslocações pendulares de todos os colaboradores de Lisboa - Depot	50

Figura 3.13 - Emissões de CO ₂ associadas às deslocações pendulares de todos os colaboradores de Lisboa - Head Office	51
Figura 3.14 - Emissões de CO ₂ associadas às deslocações pendulares de todos os colaboradores do Porto.....	51
Figura 4.1 - Idade dos colaboradores incluídos no programa.....	56
Figura 4.2 - Número de filhos por colaborador.....	56
Figura 4.3 - Idade dos filhos dos colaboradores incluídos no programa	57
Figura 4.4 - Percurso efectuado por cada <i>minibus</i> transportando dois grupos durante o turno da manhã	64
Figura 4.5 - Percurso efectuado por cada <i>minibus</i> transportando dois grupos durante o turno da tarde	64
Figura 4.6 - Configurações possíveis do esquema de transporte proposto (Adaptado de Correia, 2009)	69
Figura 4.7- Relação custo-eficácia das estratégias analisadas	76
Figura 4.8 - Relação custo-eficácia das medidas testadas para a TNT com redução absoluta de CO ₂	77

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Estimativas da variação da temperatura média global e do nível do mar entre o período compreendido entre 1980 - 1999 e o final do século XXI (Adaptado de IPCC, 2007)	3
Tabela 1.2 - Principais modos de transporte utilizados pelos indivíduos (activos empregados ou estudantes) residentes na AML, no âmbito dos respectivos movimentos pendulares, em 1991 e 2001 (adaptado de INE, 2003).....	7
Tabela 1.3 - Movimentos pendulares na Área Metropolitana de Lisboa em 1991 e 2001 (adaptado de INE, 2003)	8
Tabela 2.1 - Número e percentagem de viagens por local de origem e de destino (Adaptado de NHTS, 2001, citado por McGuckin e Nakamoto, 2004)	11
Tabela 2.2 - Comparação entre os diferentes modos de viagem (Adaptado de VTPI, 2008)	22
Tabela 2.3 - Influência do <i>ridesharing</i> na redução dos impactes associados às viagens (Adaptado de VTPI, 2008)	24
Tabela 2.4 - Custos mensais associados aos movimentos pendulares (Adaptado de Pollution Probe, 2001)	25
Tabela 2.5 - Influência do teletrabalho na redução dos impactes associados às viagens (Adaptado de VTPI, 2008)	28
Tabela 3.1 - Distribuição geográfica dos colaboradores abrangidos no estudo	31
Tabela 3.2 - Valores de referência de emissão para automóveis a gasóleo, gasolina e GPL utilizados no primeiro (BP, 2008) e segundo ano do programa (Galp, 2009b)	35
Tabela 3.3 - Eficiência carbónica dos diferentes tipos de combustível considerados.....	35
Tabela 3.4 - Factores de emissão para cada tipo de transporte (Fontes: CP, Fertagus, Metropolitano de Lisboa e do Porto, Transtejo, Soflusa, Carris e STCP).....	36
Tabela 3.5 - Preço dos combustíveis nos três municípios estudados (DGEG, 2008 e 2009)	36
Tabela 3.6 - Estrutura de custos de propriedade de um automóvel (Adaptado de Moura, 2009b)	37
Tabela 3.7 - Duração das deslocações pendulares (ida e volta)	42
Tabela 3.8 - Distância efectuada nas deslocações pendulares (ida e volta).....	43
Tabela 3.9 - Velocidade média nas deslocações pendulares (ida e volta).....	43
Tabela 3.10 - Emissões de CO ₂ associadas às deslocações pendulares	45
Tabela 3.11 - Comparação entre a situação inicial e as alternativas propostas	48

Tabela 3.12 - Redução das emissões de CO ₂ obtidas em cada um dos locais de trabalho	52
Tabela 4.1 - Comparação entre as características das estratégias e os objectivos de mobilidade.....	55
Tabela 4.2 - Reduções obtidas como resultado da implementação da estratégia.....	58
Tabela 4.3 - Custo médio estimado da creche/infantário por criança	59
Tabela 4.4 - Número de colaboradores abrangidos na fase inicial de implementação da estratégia...	61
Tabela 4.5 - Dimensões, número de grupos e de <i>minibus</i> considerados em cada local de trabalho ...	63
Tabela 4.6 - Comparação entre a situação inicial e a implementação da estratégia.....	65
Tabela 4.7 - Relação custo-eficácia por local de trabalho	66
Tabela 4.8 - Redução dos custos para os trabalhadores	66
Tabela 4.9 - Número de colaboradores abrangidos na implementação da estratégia.....	68
Tabela 4.10 - Dimensões e número de grupos obtidos em cada local de trabalho	70
Tabela 4.11 - Comparação entre a situação inicial e a implementação de <i>ridesharing</i>	71
Tabela 4.12 - Custos suportados pela TNT e associados à implementação da estratégia.....	72
Tabela 4.13 - Relações custo-eficácia associadas à implementação da estratégia	72
Tabela 4.14 - Número de colaboradores que podem realizar teletrabalho (TNT, 2010)	73
Tabela 4.15 - Redução anual das emissões de CO ₂ em função do número de dias.....	74
Tabela 4.16 - Custo médio anual por colaborador	74
Tabela 4.17 - Custo total associado à implementação da estratégia.....	75
Tabela 4.18 - Relação custo-eficácia em função do número de dias que os colaboradores realizam teletrabalho.....	75
Tabela 4.19 - Relações custo-eficácia das estratégias analisadas.....	76

Acrónimos

AIE - Agência Internacional de Energia

AMI - Assistência Médica Internacional

AML - Área Metropolitana de Lisboa

AMT - Autoridades Metropolitanas de Transportes

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

BP - *British Petroleum*

CCDR-LVT - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo

CP - Comboios de Portugal

DCEA - FCT/UNL - Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia (Universidade Nova de Lisboa)

DGEG - Direcção-Geral de Energia e Geologia

EEA - *European Environment Agency* (Agência Europeia do Ambiente)

EMAS - *Eco-Management and Audit Scheme*

FHWA - *Federal Highway Administration*

GEE - Gases com efeito de estufa

GPL - Gás de Petróleo Liquefeito

HOV - *High Occupant Vehicle*

IMTT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P.

INE - Instituto Nacional de Estatística

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas)

ISO - *International Organization for Standardization*

MAOTDR - *Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional*

NHTS - *National Household Travel Survey*

NP - Norma Portuguesa

OCDE - Organização para a Cooperação Económica e Desenvolvimento

PIB - Produto Interno Bruto

PNAC - Programa Nacional para as Alterações Climáticas

PNAEE - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética

STCP - Sociedade de Transportes Colectivos do Porto

TC - Transporte Colectivo

TC + TI - Transporte Colectivo e Transporte Individual

TI - Transporte Individual

VTPI - *Victoria Transport Policy Institute*

WBCSD - *World Business Council for Sustainable Development* (Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável)

1 Introdução

1.1 Problemática

1.1.1 Situação Actual

As sociedades modernas, ao procurarem melhorar a qualidade de vida e aumentar o desenvolvimento económico e social, têm vindo a consumir cada vez mais energia e a emitir cada vez mais gases com efeito de estufa para a atmosfera. As principais fontes de emissão desses gases resultantes de actividades humanas a nível mundial são a queima de combustíveis fósseis (para produzir electricidade, nos transportes, na indústria e nos edifícios residenciais e comerciais), a agricultura e a utilização dos solos, os aterros sanitários e a utilização industrial de gases fluorinados (EEA, 2007a).

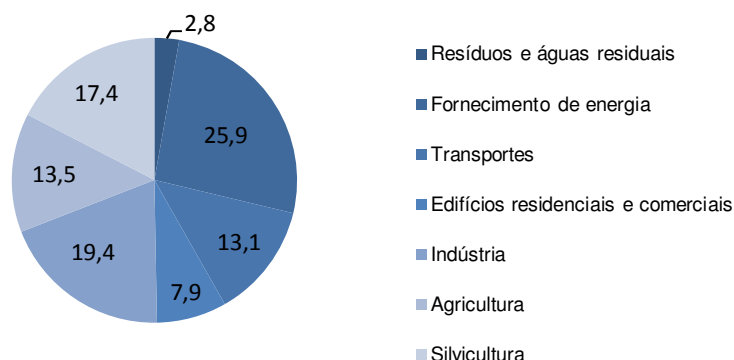


Figura 1.1 - Contribuição dos diferentes sectores para as emissões totais de gases com efeito de estufa de origem antropogénica em 2004 (em termos de CO₂-equivalente) (Adaptado de IPCC, 2007)

O dióxido de carbono (CO₂) é o mais importante gás com efeito de estufa de origem antropogénica, representando 77 % do total de emissões desses gases em 2004 (Figura 1.2). A concentração atmosférica global desse gás aumentou de cerca de 280 ppm no período pré-industrial para os 379 ppm em 2005 (IPCC, 2007).

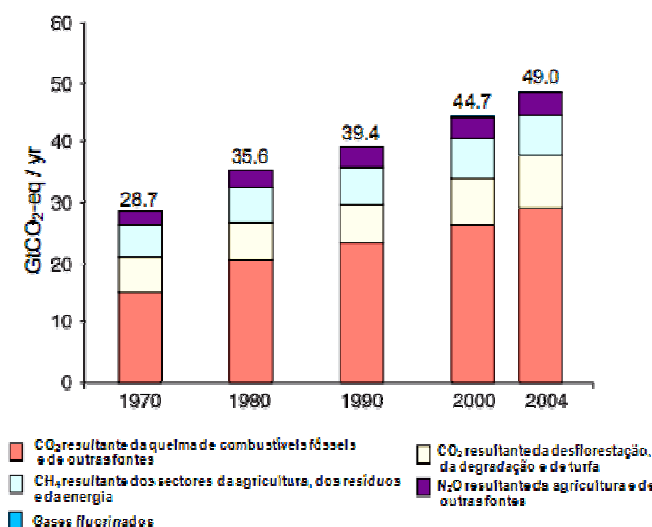


Figura 1.2 - Emissões totais anuais de gases com efeito de estufa de origem antropogénica entre 1970 e 2004
(Adaptado de IPCC, 2007)

O aumento gradual da concentração desses gases na atmosfera tem levado à ocorrência de alterações climáticas, cujos efeitos já se fazem sentir um pouco por todo o mundo. De acordo com o relatório mais recente do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, 2007), a situação actual é a seguinte:

- Existe um elevado nível de confiança (95%) de que os sistemas naturais relacionados com a neve, com o gelo e com o solo gelado (incluindo o *permafrost*) foram afectados. Exemplos incluem o alargamento e aumento do número de lagos glaciares e o aumento da instabilidade do solo, em regiões onde predomina o *permafrost*, e do número de avalanches de rochas em regiões montanhosas;
- Existe um elevado nível de confiança de que estão a ocorrer os seguintes efeitos nos sistemas hidrológicos: aumento do escoamento, aquecimento de lagos e de rios em várias regiões (com os subsequentes efeitos na estratificação térmica e na qualidade da água) e a descarga antecipada em muitos rios alimentados por glaciares e pela neve;
- Existe um nível de confiança bastante elevado de que o aquecimento global está a afectar intensamente os sistemas biológicos terrestres. Um exemplo dessas alterações é a antecipação de fenómenos primaveris como o desabrochar das folhas e a migração das aves;
- Existe um elevado nível de confiança de que as alterações observadas nos sistemas biológicos marinhos e de água doce (assim como as alterações na salinidade, no oxigénio dissolvido e nos padrões de circulação) estão associadas ao aumento da temperatura das águas. Exemplos dessas alterações incluem o aumento da abundância de algas e de zooplâncton em lagos situados em elevadas altitudes e latitudes e a antecipação da migração dos peixes nos rios;

- 11 dos 12 anos do período compreendido entre 1995 e 2006 estão entre os 12 anos mais quentes desde que existem registos.

O IPCC também elaborou um conjunto de cenários que procuravam estimar a variação da temperatura média global e do nível do mar até ao final do século XXI. Os cenários elaborados estimaram um aumento da temperatura entre os 0,3 e os 6,4 °C e um aumento do nível do mar entre os 0,18 e os 0,59 metros (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Estimativas da variação da temperatura média global e do nível do mar entre o período compreendido entre 1980 - 1999 e o final do século XXI (Adaptado de IPCC, 2007)

Caso	Variação da temperatura (°C em 2090 - 2099 face ao período compreendido entre 1980 e 1999)		Aumento do nível do mar (metros em 2090 - 2099 face ao período compreendido entre 1980 e 1999)
	Melhor estimativa	Intervalo mais provável	Intervalo baseado no modelo (excluindo alterações no fluxo do gelo)
Concentrações no ano 2000 constantes	0,6	0,3 - 0,9	Indisponível
Cenário B1	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
Cenário A1T	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
Cenário B2	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
Cenário A1B	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
Cenário A2	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
Cenário A1FI	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

As alterações climáticas são, portanto, inequívocas e as suas consequências preocupantes. As comunidades científica e política têm acompanhado a evolução do problema e desenvolveram medidas e instrumentos, a nível nacional e internacional, no sentido de mitigar as suas consequências. Seguem-se alguns exemplos:

- A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas foi a primeira medida internacional para lidar com o problema. Entrou em vigor em Março de 1994 e tem como objectivo a estabilização da concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera a um nível que evitasse uma interferência antropogénica perigosa com o sistema climático (APA, 2009a);
- O Protocolo de Quioto (1997), um acordo internacional para a redução de pelo menos 5% das emissões de gases com efeito de estufa nos países desenvolvidos no período compreendido entre 2008 e 2012 em relação às emissões de um ano base (1990). O protocolo entrou em vigor em Fevereiro de 2005 (APA, 2009a);
- Criação do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), um organismo científico intergovernamental estabelecido em 1988 pela *World Meteorological Organization* e pelo *United Nations Environment Programme* com o objectivo de analisar a mais recente bibliografia científica, técnica e socioeconómica produzida a nível mundial que fosse relevante

- para o entendimento do risco associado às alterações climáticas, os seus impactes observados e projectados e as opções de mitigação e adaptação (IPCC, 2009);
- O Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE), o primeiro instrumento de mercado intracomunitário de regulação das emissões de gases com efeito de estufa (APA, 2009b);
 - O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE);
 - O Pacote climático e energético da Comissão Europeia proposto em Janeiro de 2008, que tem por objectivo reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em 20% até 2020; aumentar a quota de energia renovável em 20% até 2020; e melhorar a eficiência energética em 20% até 2020.

1.1.2 O sector dos transportes

Um dos principais responsáveis pelo aumento das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) e do consumo de energia é o sector dos transportes, que se encontra na base do desenvolvimento das sociedades modernas. Esse sector representa cerca de um terço do consumo final de energia dos países membros da EEA e é responsável por mais de um quinto das emissões de gases com efeito de estufa e por grande parte da poluição atmosférica (e respectiva degradação da qualidade do ar) e sonora, com especial incidência nas zonas urbanas (EEA, 2009).

No período compreendido entre 1990 e 2005 as emissões de GEE associadas a esse sector sofreram um aumento considerável nos países membros da EEA (Figura 1.3). Esse aumento resultou sobretudo do incremento do volume de transporte, cujo ritmo de crescimento foi superior ao dos progressos realizados na eficiência energética dos diversos meios de transporte. Relativamente à procura de energia, verificou-se um aumento, a nível global, de 37 % no período compreendido entre 1990 e 2004 (EEA, 2008).

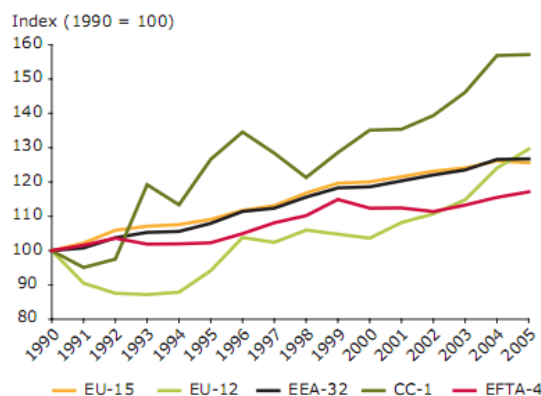


Figura 1.3 - Evolução das emissões de gases com efeito de estufa resultantes do sector dos transportes nos países membros da EEA (*European Topic Centre/Air and Climate Change*, citado por EEA, 2008)

A nível nacional, no período compreendido entre 1990 e 2009, as emissões de gases com efeito de estufa resultaram sobretudo do sector energético (Figura 1.4).

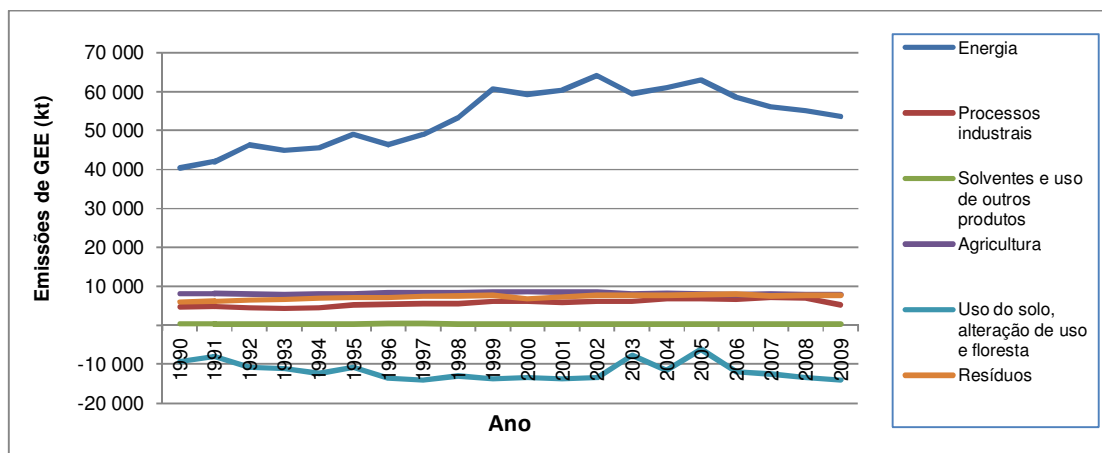


Figura 1.4 - Emissões de gases com efeito de estufa por sector em Portugal, no período compreendido entre 1990 e 2009 (APA, 2011)

O automóvel de passageiros é o meio de transporte mais poluente (Figura 1.5), emitindo entre 100 e 500 gramas de CO₂-equivalente por quilómetro percorrido, dependendo do tipo e do tamanho do motor, do tipo de combustível, do estilo de condução e, principalmente, do número de ocupantes do veículo (que tem vindo gradualmente a diminuir). Cerca de 12 % do total das emissões de CO₂ na União Europeia resultam da combustão realizada em automóveis de passageiros (EEA, 2008).

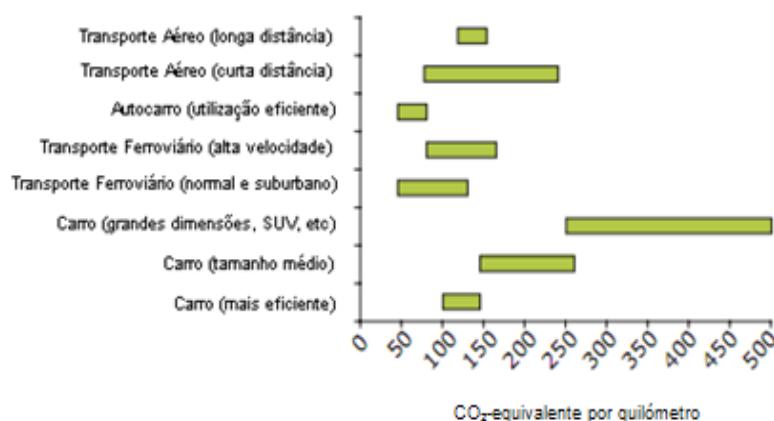


Figura 1.5 - Emissões de GEE associadas aos diferentes modos de transporte (Adaptado de AEF, 2007, citado por EEA, 2008)

Acresce que o número de proprietários de automóveis tem vindo a aumentar (Figura 1.6), sustentado pela percepção de que a propriedade desse tipo de veículos permite o aumento da flexibilidade e da mobilidade. Outro aspecto que contribuiu para esse aumento resulta do facto de o automóvel se manter um símbolo de individualismo e de liberdade pessoal (EEA, 2007b).

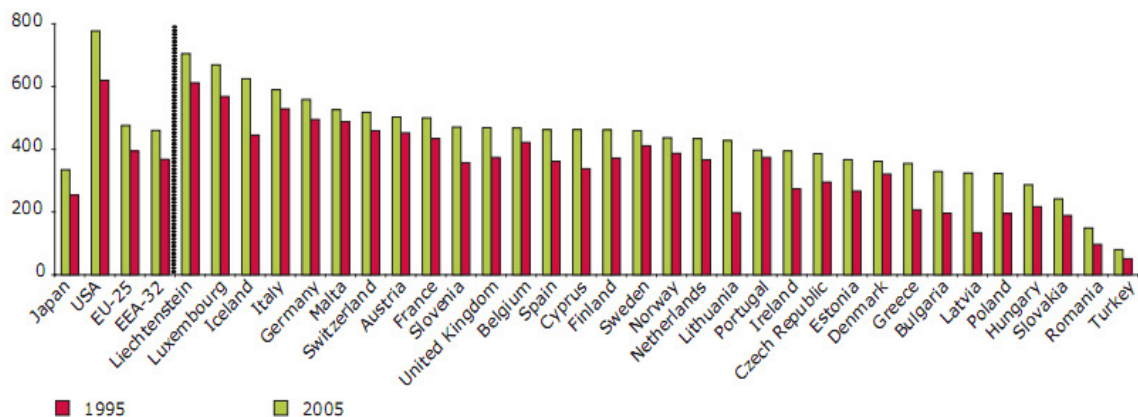


Figura 1.6 - Evolução do número de proprietários de automóveis por 1000 habitantes entre 1995 e 2005 (Fonte: Eurostat, citado por EEA, 2008)

A propriedade de automóvel e o número total de quilómetros percorridos evoluíram de um maneira semelhante à do PIB no período compreendido entre 1990 e 2004 (Figura 1.7). Apesar de os automóveis estarem cada vez mais eficientes (apresentando um consumo de combustível cada vez menor), o consumo total de combustível também aumentou no período referido, como resultado não só do aumento do número de veículos mas também do facto de que em muitos países (por exemplo, Itália, Espanha, Reino Unido e Alemanha) os consumidores mostrarem uma preferência por automóveis maiores e menos eficientes (EEA, 2007b).

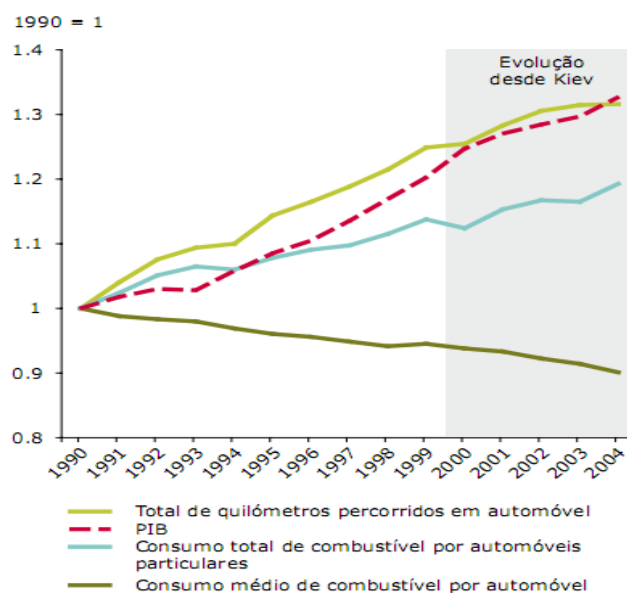


Figura 1.7 - Crescimento das deslocações em automóvel particular versus eficiência do combustível, na UE-15
(Fonte: Enerdata, 2006, citado por EEA, 2007)

O aumento das necessidades de mobilidade (em particular nas áreas urbanas), aliado à ineficácia dos sistemas de transporte colectivo, tem contribuído para uma utilização crescente do transporte individual e, consequentemente, para o agravamento dos impactes ambientais associados ao sector dos transportes. Essa tendência é bastante evidente na Área Metropolitana de Lisboa (Tabela 1.2), onde a importância do transporte individual nos movimentos pendulares¹ quase duplicou no período compreendido entre 1991 e 2001 (INE, 2003).

Tabela 1.2 - Principais modos de transporte utilizados pelos indivíduos (activos empregados ou estudantes) residentes na AML, no âmbito dos respectivos movimentos pendulares, em 1991 e 2001 (adaptado de INE, 2003)

Modo de transporte	1991 (%)	2001 (%)
Transporte individual	26	46
Transporte colectivo	51	36
A pé	21	16
Outros	2	2

¹ O conceito de movimento pendular está presente no capítulo 2.1.

Em 2001, cerca de 1 milhão e 381 mil pessoas realizaram diariamente movimentos pendulares no espaço da Área Metropolitana de Lisboa (INE, 2003), o que realça a importância desse tipo de movimentos na mobilidade e, consequentemente, nas emissões de GEE e consumo de energia associados ao sector dos transportes (Tabela 1.3).

Tabela 1.3 - Movimentos pendulares na Área Metropolitana de Lisboa em 1991 e 2001 (adaptado de INE, 2003)

Ano	Nº de movimentos pendulares diários (indivíduos)
1991	1 305 256
2001	1 381 033

Perante o cenário actual, é fundamental abordar o conceito de mobilidade numa nova perspectiva, de modo a permitir a deslocação continuada de pessoas, bens e serviços com um menor impacte ambiental, económico e social, ou seja, promover uma mobilidade mais sustentável² (BCSD Portugal, 2005). Existem várias frentes onde se pode intervir no sentido de aumentar a eficiência do sector dos transportes: através da tecnologia, da gestão da procura, dos fluxos e dos comportamentos dos condutores (Viegas e Moura, 2006). A presente tese irá centrar-se em instrumentos de gestão da procura de transportes e avaliar a sua eficácia na minimização dos impactes ambientais associados aos movimentos pendulares.

1.2 Motivação e objectivos

Os movimentos pendulares têm um peso significativo na mobilidade e, consequentemente, nas emissões de gases com efeito de estufa e no consumo de energia associados ao sector dos transportes. A dependência cada vez maior do transporte individual para satisfazer as necessidades de mobilidade tem contribuído para a situação de insustentabilidade que se verifica actualmente no sistema de transportes.

Para reduzir essa dependência e tornar a mobilidade mais sustentável, é necessário identificar as causas da rigidez associada aos movimentos pendulares e definir as estratégias mais adequadas para inverter a situação actual. As estratégias analisadas nesta tese (presentes no Capítulo 2) irão incidir em instrumentos de gestão da procura de transportes, que visam alterar a forma como as pessoas viajam de modo a aumentar a eficiência do sistema de transportes e a atingir objectivos específicos de planeamento (VTPI, 2008a).

² O conceito de mobilidade sustentável é apresentado no capítulo 2.1.

Essas estratégias irão ser posteriormente aplicadas no caso de estudo de uma empresa de transporte expresso (TNT), com o intuito de determinar a mais adequada para minimizar os impactes associados às deslocações pendulares dos colaboradores dessa empresa (Capítulo 4). A estratégia que for seleccionada, que apresentar uma melhor relação custo-eficácia, irá ser sugerida à TNT, podendo vir a constituir um dos aspectos mais importantes de um plano de mobilidade empresarial³ implementado pela empresa.

A análise de custo-eficácia é um instrumento de avaliação económica utilizado para medir a eficiência na prestação de um serviço. Aqui, eficiência implica que se obtém um resultado determinado ao menor custo ou que desse resultado se rentabiliza ao máximo um dado custo. A avaliação económica mede os custos e as consequências das alternativas em análise, que se comparam para estimar os graus de eficiência relativos.

Os métodos de avaliação do custo-eficácia distinguem-se uns dos outros pela forma de determinação das consequências. Neste caso, as consequências são os impactes ambientais decorrentes de cada estratégia analisada, materializados no indicador de emissões de dióxido de carbono (CO₂). Assim, o custo-eficácia é calculado pelo rácio entre os custos estimados para cada estratégia e a quantidade de CO₂ reduzido. Na presente dissertação, apenas se tiveram em consideração os custos financeiros directos estimados para cada estratégia.

Esta tese pretende assim responder à seguinte questão: em que medida é que os planos de mobilidade empresarial, enquadrados numa estratégia de transportes mais lata, podem contribuir para melhorar a sustentabilidade do sector ?

³ O conceito de plano de mobilidade empresarial é apresentado no capítulo 2.1.

2 Respostas da ciência aos problemas de mobilidade

2.1 Conceitos relevantes

Nesta secção são apresentados alguns conceitos relevantes para a temática abordada.

2.1.1 Movimento Pendular

Um dos conceitos mais importantes é o de movimento pendular. O movimento pendular é uma expressão habitualmente utilizada para designar os movimentos quotidianos das populações entre o local de residência e o local de trabalho ou estudo. Trata-se portanto de uma questão funcional que resulta da organização do território e da não coincidência entre o local de residência e os locais de trabalho ou estudo (INE, 2003). Esse movimento envolve, na grande maioria dos casos, a utilização de um ou mais meios de transporte motorizados.

Existe uma grande rigidez associada aos movimentos pendulares, rigidez essa que apresenta várias causas: hábitos, a constituição do agregado familiar, o orçamento disponível (em termos de tempo e de dinheiro), a existência de infra-estruturas de estacionamento e a oferta da rede de transportes colectivos (Moura, 2009a).

2.1.2 Mobilidade sustentável

Outro conceito bastante importante (e que constitui o tema desta tese) é o de mobilidade sustentável. A mobilidade sustentável corresponde a um sistema que satisfaça as necessidades de livre acesso e movimentação, comércio, comunicação e relacionamentos da sociedade e que possam ser atendidas sem sacrificar outros requisitos essenciais humanos e ecológicos, agora ou no futuro (WBCSD, 2001, citado por Moura, 2009). A definição apresentada permite a identificação de três dimensões diferentes (OCDE/AIE, 2001, citado por Moura, 2009a):

- Dimensão de mobilidade e acessibilidade (como garante da dimensão económica da sustentabilidade): Oferecer alternativas de acessibilidade e serviços de transportes adequados e acessíveis para satisfazer as necessidades de mobilidade de pessoas e bens, de forma a garantir o desenvolvimento da economia a custos totais (investimento, manutenção e operação) suportáveis pela sociedade;
- Dimensão social: Oferecer serviços de transportes adequados a todos os elementos da sociedade de forma a não comprometer a estabilidade do tecido social, nomeadamente no que se refere a segurança, saúde, congestionamento e equidade no acesso a esses serviços pelos diferentes segmentos da população. Assim, o sistema deve garantir de forma adequada os

níveis de cobertura de território no desenho da rede e dos horários dos sistemas de transportes, assim como as obrigações de serviço público nos transportes públicos (nomeadamente no que respeita à regularidade, à capacidade e às tarifas acessíveis desses serviços);

- Dimensão ambiental: Oferecer serviços de transportes de forma a não degradar o ambiente ou comprometer a possibilidade dos cidadãos em obter outros recursos essenciais para a sua normal subsistência ou desenvolver outras actividades com esses mesmos recursos.

2.1.3 Passageiro-quilómetro

O passageiro-quilómetro (pkm) é uma unidade de medida correspondente ao transporte de um passageiro na distância de um quilómetro (INE, 1994).

2.1.4 Cadeia de viagens

A cadeia de viagens (*trip chain*) corresponde a uma sequência de viagens delimitadas por paragens⁴ com uma duração de 30 minutos ou menos (FHWA, 2003, citado por McGuckin e Nakamoto, 2004). Uma paragem com duração igual ou superior a 31 minutos define o fim de uma cadeia de viagens. Essas paragens condicionam bastante o horário das pessoas, já que influenciam a escolha do percurso e a duração da viagem. A grande maioria das cadeias de viagens tem origem e destino no local de residência (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Número e percentagem de viagens por local de origem e de destino (Adaptado de NHTS, 2001, citado por McGuckin e Nakamoto, 2004)

Origem \ Destino	Local de residência		Local de trabalho		Outro local	
Local de residência	451 761	70,4 %	59 716	9,3 %	13 442	2,1 %
Local de trabalho	70 113	10,9 %	21 518	3,4 %	932	0,1 %
Outro local	14 098	2,2 %	7 865	1,2 %	2 188	0,3 %

⁴ Deixar os filhos na escola, ir a um restaurante ou ao supermercado, abastecer o automóvel, etc.

2.1.5 Planos de mobilidade empresarial

2.1.5.1 Conceito e objectivos

Os planos de mobilidade empresarial são ferramentas que apoiam as organizações a gerir de forma mais eficiente a mobilidade induzida pela sua actividade, através do desenvolvimento e implementação de um conjunto integrado de medidas especificamente ajustadas às características de cada organização, ao seu perfil de actividade e às suas exigências. Esses planos devem contribuir para gerir recursos escassos, minimizar impactes negativos e maximizar benefícios, podendo servir também para determinar oportunidades de diferenciação da organização no mercado em que opera (Alves, 2008).

Os objectivos de um plano de mobilidade empresarial, de um modo genérico, são os seguintes (Alves, 2008):

- Reduzir o número de viagens motorizadas realizadas pelos colaboradores e induzidas a terceiros;
- Promover a transferência modal dos colaboradores e clientes e reduzir a dependência do transporte individual;
- Gestão da frota;
- Redução dos serviços prestados por fornecedores.

2.1.5.2 Fronteiras operacionais

As fronteiras operacionais dos planos de mobilidade não se restringem apenas aos movimentos pendulares dos colaboradores da empresa, podendo abranger (Alves, 2008):

- Viagens realizadas pelos colaboradores em serviço, pela frota da empresa e pelos visitantes;
- Transportes efectuados por fornecedores de bens e serviços;
- Mobilidade dos clientes (em particular no caso de organizações que efectuem atendimento ao público).

2.1.5.3 Motivações

As principais motivações para o desenvolvimento de planos de mobilidade pelas empresas são as seguintes (Rye, 2002):

- Custos imobiliários, características das instalações da empresa e acessibilidade: Abrange um conjunto de problemas específicos do local onde se encontra a organização, tais como dificuldades de estacionamento⁵ e de acesso, congestionamentos de trânsito, entre outros;
- Regulamentação externa à empresa (legislação que imponha restrições de mobilidade/acessibilidade);
- Imagem da empresa: Uma parte dos planos de mobilidade empresarial que são implementados resulta dos valores ambientais da organização. Outro factor que motiva a elaboração desses planos é a certificação ambiental (Norma ISO 14001 e EMAS), que contribui para a melhoria da imagem pública da organização;
- Dar o exemplo: Em vários países, nomeadamente em Inglaterra, os governos e as autoridades locais estão sobre pressão constante para darem o exemplo, encorajando outras organizações a implementarem planos de mobilidade empresarial. A nível nacional, a CCDDR - LVT, em parceria com o DCEA - FCT/UNL, elaborou em 2005 (tendo sido revisto em 2006) um estudo de planos e programas propondo políticas e medidas de melhoria da qualidade do ar na região de Lisboa e Vale do Tejo. Uma das medidas propostas nesse estudo foi o desenvolvimento de planos de mobilidade empresariais, que estavam incluídos nos planos de mobilidade a nível concelhio (CCDDR-LVT, 2006).

2.1.5.4 Fases de desenvolvimento

A Figura 2.1 ilustra as várias fases de desenvolvimento dos planos de mobilidade empresarial nas organizações. Uma organização pode iniciar o processo de implementação em qualquer uma das fases (que não são necessariamente sequenciais) e evoluir a um ritmo diferente das restantes, dependendo dessa evolução das barreiras que forem surgindo ao longo do processo (Rye, 2002).

⁵ A falta de espaço ou de fundos necessários para o alargamento das infra-estruturas de estacionamento, o reconhecimento de que os planos de mobilidade empresarial constituem a solução com melhor relação custo-eficácia para esse problema e o interesse em minimizar a dimensão dessas infra-estruturas (para que essa área seja utilizada de um modo mais viável em termos comerciais) constituem as principais motivações para a sua elaboração.

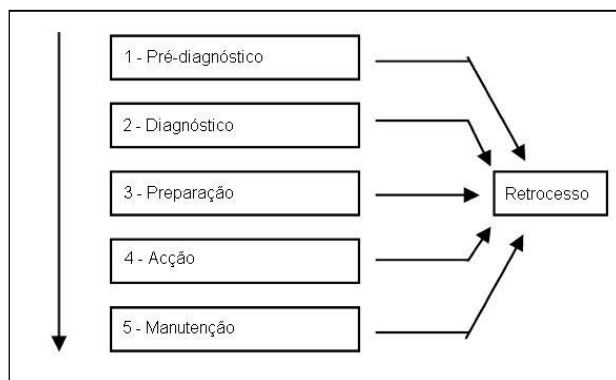


Figura 2.1 - Fases de desenvolvimento de um plano de mobilidade empresarial (Adaptado de Potter *et al.*, 1998, citado por Rye, 2002)

Segue-se uma descrição de cada uma das fases presentes na figura 2.1 (adaptado de Rye, 2002):

- **Pré-diagnóstico:** Nesta fase, a organização poderá ter um conhecimento genérico dos planos de mobilidade empresarial ou então possui uma compreensão básica dos mesmos, o que dificulta o processo de implementação;
- **Diagnóstico:** Como resposta a problemas específicos do local onde se encontra ou a uma regulamentação, a organização toma conhecimento do propósito e do potencial associado aos planos de mobilidade empresarial;
- **Preparação:** A organização pode agora dedicar recursos para o desenvolvimento de um plano de mobilidade. Nesta fase, é efectuado um estudo das deslocações realizadas pelos segmentos de procura identificados em 2.1.5.2 (trabalhadores, fornecedores, clientes/visitantes), de modo a determinar os modos de transporte utilizados, as respectivas atitudes e restrições relativamente a esses mesmos modos e outros dados, podendo também serem efectuadas negociações com os operadores de transportes e com as autoridades locais para a integrações do plano no quadro de mobilidade local/regional;
- **Acção:** Nesta fase, a organização começa a pôr em prática elementos do plano de mobilidade, que poderão incluir incentivos (provisão de balneários e vestiários⁶, *parking cash out*⁷, pagamento do passe/bilhetes, entre outros), desincentivos (alteração da política de estacionamento da empresa, entre outros) e medidas básicas (fornecimento de informação, concessão de empréstimos sem juros, entre outras);
- **Manutenção:** A organização terá de continuar a monitorizar os impactes e gerir o processo evolutivo de implementação de um plano de mobilidade. Trata-se de um processo que exige

⁶ A construção dessas infra-estruturas tem por objectivo estimular o uso de bicicletas nos movimentos pendulares.

⁷ Os trabalhadores podem optar entre continuarem a ter o estacionamento subsidiado pela empresa onde trabalham ou receberem o dinheiro equivalente se utilizarem outros meios de transporte nos seus movimentos pendulares (Shoup, 2005, citado por VTPI, 2008).

tempo e que requer geralmente a delegação de responsabilidades no sentido de assegurar a sua execução;

- Retrocesso: Pode ocorrer em qualquer fase do processo e resulta de vários factores, tais como a reestruturação da organização, a saída de membros chave ou a resolução do problema inicial (que motivou a implementação do plano de mobilidade).

2.1.5.5 Barreiras à implementação

Existem várias barreiras à implementação dos planos de mobilidade empresarial (Rye, 2002):

- Interesses da empresa e barreiras internas: Para a maioria das empresas privadas, a insustentabilidade associada aos movimentos pendulares dos seus trabalhadores não constitui um problema. Essas organizações consideram irracional despendar dinheiro num empreendimento altruísta e só quando se deparam com problemas operacionais específicos é que dedicam recursos para esse fim⁸;
- Falta de regulamentação: A regulamentação é, como já foi referido, um dos factores que mais motiva as organizações a implementarem planos de mobilidade. Esta terá de ser eficiente, o que implica a verificação desses planos e posterior monitorização (para avaliar os seus efeitos). Além disso, um sistema de regulamentação necessita de um mecanismo de avaliação consistente, de modo a assegurar que todos os planos são tratados de um modo equitativo;
- Impostos: Em termos históricos (nos países onde existe prática de gestão de mobilidade empresarial), qualquer contribuição da entidade patronal para o pagamento das despesas associadas aos movimentos pendulares dos trabalhadores tem sido sujeita a tributação, o que tem condicionado o tipo de medidas implementadas em planos de mobilidade. Essa situação tem vindo gradualmente a alterar-se, já que muitas dessas medidas deixaram de ser tributáveis;
- Limitações da rede de transportes colectivos: Para uma parte considerável dos trabalhadores, a transferência modal, do transporte individual para o colectivo, é pouco atractiva⁹, o que dificulta o processo de marketing;
- Novidade do conceito: Os planos de mobilidade empresarial são relativamente recentes e, por essa razão, existem poucos exemplos de casos bem sucedidos, o que dificulta o processo de marketing. Esta barreira será, gradualmente, ultrapassada, à medida que vão

⁸ Existem excepções à regra, nomeadamente as empresas cuja imagem em termos ambientais está ligada à sua posição no mercado.

⁹ As redes de transporte colectivo apresentam, em geral, várias limitações, tornando-as menos apelativas para a maior parte dos trabalhadores: menor conforto/comodidade; menor fiabilidade/pontualidade; dificuldades na interligação entre os diferentes meios de transporte colectivo; em regra, maior tempo de viagem (em termos comparativos com o transporte individual); reduzida oferta em locais mais periféricos e menos densos e menor regularidade fora das horas de ponta.

sendo elaborados cada vez mais estudos que analisam a eficácia desses planos na redução dos impactes ambientais associados à mobilidade.

2.1.5.6 Enquadramento legal e institucional

Em Portugal, o quadro legal actual não apresenta legislação relativa à elaboração de planos de mobilidade empresarial. É possível, no entanto, apresentar de uma forma sucinta o actual enquadramento legal e institucional relativo a áreas associadas a esse tema. Salvo indicação em contrário, a única fonte bibliográfica utilizada na elaboração deste subcapítulo foi o *Manual de Metodologia e boas práticas para a elaboração de um plano de mobilidade sustentável* (Câmara Municipal do Barreiro *et al.*, 2008).

Tendo em conta o contexto, e embora não tenha sido analisado em pormenor, considerou-se importante fazer uma referência nesta secção ao recente Pacote da Mobilidade, elaborado pelo IMTT (2011), em que foi definida uma estratégia para a mobilidade sustentável através de um quadro de referência para a abordagem das questões relacionadas com o território, acessibilidades, os transportes e a mobilidade, consubstanciado na produção de vários documentos enquadramentos.

As competências dos municípios, ao nível dos sistemas de transportes, incidem sobretudo na rede viária urbana, desde o seu planeamento à sua gestão, na definição e controlo da política de estacionamento e de ocupação da via pública, na organização e exploração dos transportes escolares e nos transportes colectivos de passageiros que se desenvolvem nos perímetros urbanos.

Os diplomas legais relevantes para este tema são os seguintes:

- A Lei n.º 159/99, de 14 de Setembro, estabelece o quadro de transferência de atribuições e competências para as autarquias locais. No artigo 18.º, relativo aos transportes e comunicações, é referido que “é da competência dos órgãos municipais o planeamento, a gestão e a realização de investimentos nos seguintes domínios: rede viária de âmbito municipal, rede de transportes regulares urbanos, rede de transportes regulares locais que se desenvolvam exclusivamente na área do município, estruturas de apoio aos transportes rodoviários, passagens desniveladas em linhas de caminho de ferro ou em estradas nacionais ou regionais, aeródromos e heliportos municipais”. No referido artigo é também definido que “os municípios são obrigatoriamente ouvidos na definição da rede rodoviária nacional e regional e sobre a utilização da via pública.”;
- A Lei n.º 169/99, de 18 de Setembro, estabelece o quadro de competências, assim como o regime jurídico de funcionamento dos órgãos dos municípios e das freguesias. No Artigo 64.º desse texto legal é referido que “compete à Câmara Municipal no âmbito da organização e funcionamento dos seus serviços e no da gestão corrente, organizar e gerir os transportes

- escolares; criar, construir e gerir instalações, equipamentos, serviços, redes de circulação, de transportes, de energia, de distribuição de bens e recursos físicos integrados no património municipal ou colocados, por lei, sob a administração municipal; emitir licenças, matrículas, livretes e transferências de propriedade e respectivos averbamentos e proceder a exames, registos e fixação de contingentes relativamente a veículos, nos casos legalmente previstos.”;
- O Decreto-Lei n.º 268/2003, de 28 de Outubro criou as Autoridades Metropolitanas de Transportes (AMT) de Lisboa e do Porto. Nesse texto legal, as AMT são definidas como “pessoas colectivas de direito público, dotadas de autonomia administrativa e financeira, que têm por objecto o planeamento, a coordenação e organização do mercado e o desenvolvimento e a gestão dos sistemas de transportes no âmbito metropolitano”. A lei n.º 46/2008, de 27 de Agosto, estabeleceu o regime jurídico das áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto;
 - O Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) foi o primeiro programa desenvolvido com o objectivo específico de controlar e reduzir as emissões de gases com efeito de estufa, de forma a cumprir os compromissos assumidos por Portugal no âmbito do Protocolo de Quioto, que inclui medidas específicas para o sector dos transportes, embora não refira nada em concreto relativamente aos Planos de Mobilidade Empresarial;
 - A Lei n.º 58/2007, de 4 de Setembro, aprovou o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), que é o instrumento de desenvolvimento territorial de natureza estratégica que estabelece as grandes opções com relevância para a organização do território nacional, consubstancia o quadro de referência a considerar na elaboração dos demais instrumentos de gestão territorial, ao mesmo tempo que constitui um instrumento de cooperação com os demais Estados Membros para a organização do território da União Europeia (MAOTDR, 2007);
 - O Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE), que está articulado com o PNAC, é um plano de acção agregador de um conjunto de programas e medidas de eficiência energética, num horizonte temporal que se estende até 2015. Uma das medidas incluídas nesse plano consiste na criação de planos de mobilidade urbana para capitais de distrito e centros empresariais com mais de 500 trabalhadores (Ministério da Economia e da Inovação, 2008);
 - Os planos e programas para a melhoria da qualidade do ar foram elaborados pelas diferentes Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) com o intuito de fazer cumprir os valores limite definidos na legislação. Um desses planos, relativo à região de Lisboa e Vale do Tejo, inclui na sua estratégia a execução de planos de mobilidade empresarial (CCDR-LVT, 2006).

Estes dois últimos instrumentos são os únicos que incluem explicitamente uma referência aos Planos de Mobilidade Empresarial, no sentido de implicar as entidades privadas a participarem no esforço de redução das emissões atmosféricas e do consumo energético no sector dos transportes.

2.2 Identificação de alternativas

Nesta secção são abordadas estratégias que podem ser utilizadas para inverter a situação actual de crescente congestionamento dos centros urbanos, que incidem, como foi referido anteriormente (Capítulo 1.2), em instrumentos de gestão da procura de transportes. Existem bastantes instrumentos com essas características, que utilizam várias abordagens para influenciar as decisões tomadas no decurso de uma viagem. Salvo indicação em contrário, a única fonte bibliográfica utilizada na elaboração deste subcapítulo foi a enciclopédia do *Victoria Transport Policy Institute* (<http://www.vtpi.org/>), que congrega uma lista exaustiva de instrumentos de gestão de mobilidade e que tem sido referenciada abundantemente na literatura relevante sobre esta matéria (*vide* números de referências nos motores de busca de artigos científicos).

Esses instrumentos apresentam, em termos gerais, os seguintes benefícios, que conduzem à redução das externalidades inerentes à utilização do automóvel particular:

- Reduzem os atrasos e os custos associados aos congestionamentos de trânsito;
- Reduzem os custos associados a infra-estruturas rodoviárias e de estacionamento;
- Ajudam os consumidores a poupar dinheiro, ao reduzirem a sua necessidade de possuir e utilizar veículos a motor;
- Contribuem para a melhoria das opções de transporte, em particular para as pessoas que não conduzem;
- Reduzem o risco de ocorrência de acidentes rodoviários;
- Reduzem a poluição atmosférica, sonora e da água, assim como outros impactes ambientais;
- Ajudam a atingir objectivos estratégicos de planeamento do uso de solo, tais como a redução da fragmentação de habitats;
- Contribuem para a melhoria da qualidade ambiental a nível local e para a coesão das comunidades;
- Ajudam as comunidades a atingir objectivos económicos, tais como o aumento da produtividade, do emprego e da riqueza;
- Ajudam as pessoas a ficar em forma e mais saudáveis como resultado de uma maior actividade física (principalmente através da realização de percursos a pé quer no acesso aos interfaces de transportes públicos quer nas deslocações exclusivamente pedonais ou de bicicleta).

Apesar de existirem inúmeras estratégias de gestão da procura de transportes, nesta tese só foram abrangidas, naturalmente, aquelas que pudessem ser implementadas no caso de estudo referido. Foi assim seleccionado um conjunto de estratégias, cujas definições e características são apresentadas em seguida.

2.2.1 Creche/infantário no local de trabalho

Um dos factores que leva à opção pela utilização do transporte individual pelas famílias é a necessidade de levar os filhos à creche/infantário, aumentando o número de etapas necessárias na deslocação de casa para o trabalho (Câmara Municipal de Lisboa, 2005). Uma das estratégias abordadas nesta tese é a implementação de uma creche/infantário no local de trabalho. Essa estratégia envolve vários custos (associados à renovação e reequipamento de uma sala nas instalações da empresa, à contratação e pagamento de salários a educadores de infância e a auxiliares, entre outros) mas também benefícios (nomeadamente a redução dos custos associados ao consumo de combustível e das emissões de gases com efeito de estufa, como resultado da alteração do percurso realizado pelos trabalhadores).

2.2.2 Minibus

Os *minibus* são veículos com dimensões inferiores às de um autocarro mas superiores às de uma *van*¹⁰ que são utilizados como modo de transporte colectivo, de cariz público ou privado. Tendo em conta o objectivo desta tese, a análise desta estratégia irá centrar-se na gestão privada desse tipo de veículos, nomeadamente na prestação de serviços a empresas.

Esse tipo de serviços envolve a realização de viagens regulares e com um horário pré-definido, onde são recolhidos sempre os mesmos empregados da empresa (à qual é prestado o serviço) de acordo com o seu local de residência. O percurso, que é igual em todos os dias úteis, termina nas instalações da empresa (Viegas *et al.*, 2008).

2.2.3 Pagamento de passes

Uma das estratégias abordadas nesta tese consiste no pagamento dos passes dos empregados por parte da entidade patronal, de modo a estimular a utilização dos transportes colectivos. Salvo indicação em contrário, a única fonte bibliográfica utilizada na elaboração deste subcapítulo foi *Employer Provided Transit Passes: A Tax Exempt Benefit* (Litman, 1997).

¹⁰ Uma *van* (carrinha) é um tipo de veículo utilizado para transportar mercadorias ou grupos de pessoas.

Os incentivos fornecidos aos trabalhadores por parte da entidade patronal no sentido de utilizarem os transportes colectivos nos seus movimentos pendulares são, regra geral, reduzidos. Ao atribuírem estacionamento gratuito no local de trabalho, as entidades patronais estão a estimular a utilização do transporte individual.

Estudos realizados indicam que apenas uma fracção dos trabalhadores ao qual é oferecido este benefício (o pagamento do passe) o aceitam, dos quais 10 a 30 % alteram o seu modo de transporte. A Figura 2.2 ilustra a redução que se iria obter, em milhões de quilómetros percorridos em transporte individual, em cidades canadianas com uma população superior a 100 000 habitantes, num horizonte temporal até 25 anos.

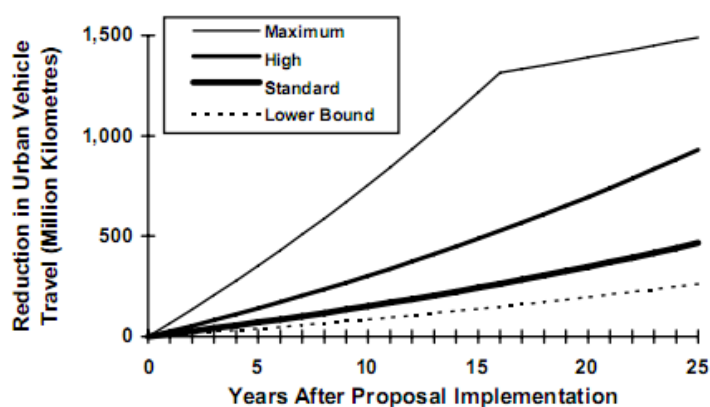


Figura 2.2 - Redução total do tráfego automóvel nas áreas urbanas (Litman, 1997)

A implementação desta estratégia terá assim como consequência a redução do tráfego automóvel nas áreas urbanas¹¹, trazendo inúmeras vantagens a empresas, a empregados e à sociedade em geral. Os benefícios financeiros resultantes da implementação desta estratégia serão bastante elevados a longo prazo (Figura 2.3).

¹¹ Essa redução será ainda mais significativa se a estratégia em causa for incluída num programa eficiente de gestão da procura dos transportes.

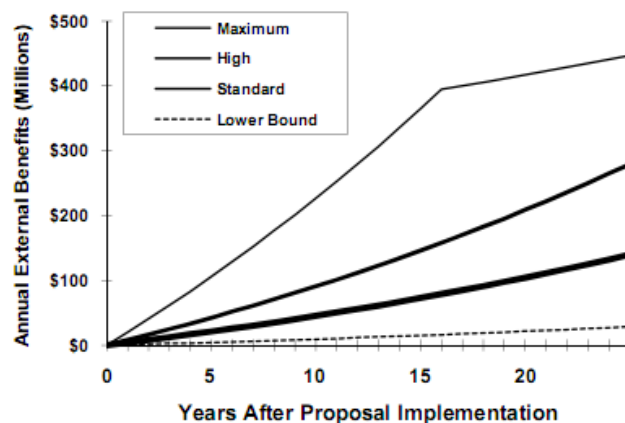


Figura 2.3 - Estimativa dos benefícios financeiros associados à implementação da estratégia, em milhões de dólares (Litman, 1997)

Não se conhecem barreiras associadas à implementação da estratégia, a não ser o aumento de custos para a empresa. Contudo, os custos são reduzidos, em particular se comparados com os benefícios financeiros (Figura 2.3).

2.2.4 Ridesharing

Descrição da estratégia

O *ridesharing* é um dos modos alternativos de transporte mais comum e com melhor relação custo-eficácia, particularmente em zonas onde existe uma reduzida oferta dos transportes colectivos (VTPI, 2009). Engloba o *carpooling* e o *vanpooling*, duas estratégias nas quais os veículos transportam passageiros adicionais.

Enquanto no *carpooling* os participantes utilizam os seus próprios automóveis, no *vanpooling* são utilizadas geralmente vans alugadas, muitas vezes fornecidos pela entidade patronal, por organizações sem fins lucrativos ou por agências governamentais. No *vanpooling* os custos operacionais são divididos pelos participantes, sendo essa estratégia particularmente adequada para movimentos pendulares de longa distância.

Os custos incrementais associados ao *ridesharing* são reduzidos, na medida que estão a ser utilizados lugares nos veículos que de outro modo estariam desocupados, um benefício particularmente relevante se se tiver em conta que só em Lisboa e no Porto entram e saem todos os dias 2 milhões de lugares desocupados (Galp, 2009a). Além disso, essa estratégia tende a custar menos por veículo-quilómetro do que os transportes colectivos, já que não necessita de um condutor pago e evita viagens de regresso com uma ocupação reduzida.

Por outro lado, e devido à sua natureza, o *ridesharing* é, de um modo geral, apenas adequado para viagens com percursos e horários bem definidos, tais como os movimentos pendulares e a presença em eventos especiais. Na Tabela 2.2, é efectuada uma comparação entre os diferentes modos de viagem.

Tabela 2.2 - Comparação entre os diferentes modos de viagem (Adaptado de VTPI, 2008b)

Modo de viagem	Condutor	Propriedade do veículo	Tamanho do veículo	Flexibilidade de horários
Transporte colectivo	Pago	Pública	Grande	Flexível
<i>Paratransit</i>	Pago	Pública	Médio	Alguma flexibilidade
<i>Vanpool</i>	Não é pago	Aluguer em grupo	Médio	Inflexível
<i>Carpool</i>	Não é pago	Pessoal	Pequeno	Inflexível
Táxi	Pago	Negócio	Pequeno	Flexível

O *ridesharing* tende a experimentar uma economia de escala: à medida que cada vez mais pessoas o utilizam, as hipóteses de encontrar um *carpool* ou *vanpool* adequado aumentam significativamente. Assim sendo, o sucesso desta estratégia está dependente de programas que encorajem uma porção significativa de utilizadores potenciais a participarem.

De acordo com um estudo de mercado (York e Fabricatore, 2001, citado por VTPI, 2008b), existe uma variedade de melhorias e de incentivos que poderão aumentar a adesão ao *ridesharing*:

- Aumento da flexibilidade (exemplos incluem permitir que os trabalhadores utilizem a *vanpool* durante parte da semana em vez de todos os dias e permitir o uso imprevisto de uma *van* por um trabalhador com um horário diferente, desde que o veículo ainda tenha lugares vagos);
- Pagamento de subsídios, com o intuito de reduzir os custos associados a *vanpools* com falta de passageiros até que se possam encontrar mais participantes;
- Pagamento de subsídios sobre as tarifas por parte da entidade patronal ou agências de trânsito;
- Utilização de estratégias de marketing directo (oferecer um mês do serviço de *vanpooling* grátis a famílias que vivam em determinado subúrbio para encorajar outras pessoas que vivam na mesma área a participar, por exemplo);
- Aluguer de veículos para *carpool*, o que fornece uma opção para grupos de 2 a 5 pessoas que queiram realizar *ridesharing* mas não possuam um veículo adequado, o que também inclui *vanpools* que perderam membros;
- Fornecimento de opções extra aos participantes, tais como *vans* de elevada qualidade com workstations (para que possam trabalhar enquanto viajam), jornais, bebidas, etc;

- Recompensas monetárias para aqueles que aderirem ao *ridesharing*, assim como outros benefícios (*HOV Priority*¹², *Commuter Financial Incentives*¹³, etc).

Implementação

O *ridesharing* pode ser implementado por entidades patronais como parte de um programa para encorajar a utilização de transportes mais eficientes nos movimentos pendulares dos trabalhadores, entre outras abordagens para uma mobilidade mais sustentável. O marketing desempenha um papel importante neste processo, fornecendo informações sobre o serviço a utilizadores potenciais. O *vanpool* envolve uma maior organização, já que têm de ser considerados aspectos como a propriedade do veículo, a recuperação de despesas e as responsabilidades.

No caso de programas de *ridesharing* que envolvam um grande número de participantes será necessária a utilização de sistemas computadorizados de correspondência, que tenham em conta aspectos como a origem, o destino, o horário e necessidades especiais de todos os que aderirem ao serviço.

Existem, no entanto, algumas barreiras à sua implementação:

- O facto de existir uma forte dependência entre o sucesso do programa e a inclusão de determinados incentivos (pistas HOV, subsídios financeiros, gestão do estacionamento¹⁴ e marketing);
- O aspecto psicológico e sociológico associado à partilha do veículo com pessoas desconhecidas (Correia, 2009);
- Os custos e os problemas de ordem técnica associados ao fornecimento de serviços de correspondência eficientes (Correia, 2009).

¹² *HOV (High Occupant Vehicle) Priority* refere-se a um conjunto de estratégias em que é dada prioridade a veículos que apresentem uma elevada ocupação, nomeadamente transportes colectivos e veículos utilizados em *carpools* e *vanpools*.

¹³ *Commuter Financial Incentives* refere-se a um conjunto de incentivos financeiros que podem ser utilizados para encorajar o uso de meios de transporte mais eficientes nos movimentos pendulares.

¹⁴ A expressão *Parking Management* (gestão do estacionamento) inclui uma variedade de estratégias que estimulam a utilização mais eficiente das infra-estruturas de estacionamento existentes, a melhoria da qualidade do serviço fornecido aos seus utilizadores e do design das infra-estruturas.

Impactes associados às viagens

Foram elaborados vários estudos com o intuito de analisar as estratégias mais adequadas para atrair participantes para programas de *ridesharing*, tendo-se concluído que os programas mais bem sucedidos ofereciam não só informação e encorajamento mas também incentivos financeiros e subsídios (York e Fabricatore, 2001, citado por VTPI, 2008b). Noutros estudos, verificou-se que a redução dos movimentos pendulares realizados em transporte individual estava bastante dependente dos incentivos incluídos no programa, sendo mais eficazes os programas que abrangiam o estacionamento pago, subsídios para a utilização de meios alternativos de transporte e outros incentivos.

Na Tabela 2.3 é apresentada uma lista de objectivos de redução dos impactes ambientais associados às viagens e a influência do *ridesharing* na sua obtenção, o que inclui uma classificação que varia entre 3 (muito benéfico) e -3 (muito prejudicial).

Tabela 2.3 - Influência do *ridesharing* na redução dos impactes associados às viagens (Adaptado de VTPI, 2008b)

Objectivo	Classificação
Redução do tráfego total	2
Redução do tráfego na hora de ponta	3
Transferência do tráfego automóvel para outros modos de transporte	3
Melhoria do acesso, redução da necessidade de viajar	-1 ¹⁵
Aumento do <i>ridesharing</i>	3

Na Tabela 2.4 estão presentes os custos mensais associados à realização de movimentos pendulares em 3 modos diferentes, o que realça os benefícios financeiros decorrentes da implementação do *ridesharing* (os valores de distância são apresentados em milhas enquanto os custos são apresentados em dólares).

¹⁵ Pode encorajar a expansão urbana.

Tabela 2.4 - Custos mensais associados aos movimentos pendulares (Adaptado de Pollution Probe, 2001)

Distância (ida e volta)	Condutor (sozinho)	Carpool (3 ocupantes)	Vanpool (10 ocupantes)
30	193	64	31
40	257	86	37
50	321	107	43
60	386	129	50
70	450	150	56
80	514	171	63

Os custos associados também podem incluir o tempo e as viagens adicionais necessárias para os participantes se encontrarem com os respectivos parceiros de *ridesharing*, restrições no horário necessárias para a correspondência com o período em que se realiza o movimento pendular, perda de privacidade e restrições nas paragens para realização de recados.

Aplicações

Os programas de *ridesharing* podem ser aplicados na maioria das áreas geográficas e tendem a ser particularmente eficazes no fornecimento de serviços de transporte em destinos suburbanos relativamente dispersos. Podem ser implementados por empresas, associações de gestão de transportes, governos locais ou regionais e outras organizações. Os programas regionais são os mais eficientes, na medida que envolvem um maior número de utilizadores potenciais do que aqueles existentes no local de trabalho ou a nível local.

2.2.5 Teletrabalho

Descrição da estratégia

O teletrabalho é um termo geral que é utilizado para descrever as situações em que o uso das telecomunicações substitui a necessidade de viajar para um determinado local. Existem vários tipos de teletrabalho:

- *Telecommuting*, que se refere às situações em que as pessoas trabalham em casa em vez de se deslocarem ao local de trabalho;
- *Satellite office or local work center*, que se refere às situações em que centros de trabalho locais fornecem serviços a uma variedade de empresas, reduzindo assim a necessidade de os trabalhadores se deslocarem para os respectivos locais de trabalho;

- *Mobility working*, que se refere aos empregos que exigem a realização regular de viagens, em que as pessoas trabalham nos seus automóveis, em hotéis e noutros locais;
- Videoconferência, que se refere às situações em que a utilização de conexões vídeo em tempo real substitui a necessidade de realizar reuniões num local físico;
- *Distance Learning*, que se refere às situações em que professores e alunos utilizam as telecomunicações para substituir as aulas realizadas num local físico;
- *Internet Business-to-Business (B2B)*, que se refere a interações realizadas entre empresas na Internet, tais como vendas e licitações.

Dos vários tipos de teletrabalho, apenas um (*telecommuting*) será testado no caso de estudo referido, com o intuito de comparar a sua relação custo-eficácia com a das restantes estratégias.

Implementação

O *telecommuting* é normalmente implementado como resposta às exigências dos trabalhadores ou como parte de um programa para reduzir a utilização do transporte individual. Os restantes tipos de teletrabalho são implementados por empresas e agências governamentais com o intuito de melhorar os serviços, reduzir custos e viagens em transporte individual ou contribuir para alcançar outros objectivos.

O desenvolvimento de políticas e de práticas de teletrabalho adequadas terá de ser realizado conjuntamente pelas entidades patronais, gerentes, empregados e organizações sindicais. Uma política oficial da empresa nesse domínio deverá especificar:

- Que funções são adequadas para a realização de teletrabalho;
- O que é exigido aos empregados de modo a que se possam habilitar à realização de teletrabalho;
- Que equipamentos, apoio e benefícios serão fornecidos aos empregados que trabalhem em casa pela entidade patronal;
- Quais os critérios utilizados na avaliação do desempenho de quem efectua teletrabalho;
- Como são determinados os horários de teletrabalho e o que é necessário para os alterar;
- A revisão periódica da política;
- Modelos contratuais e formas de implementar e monitorizar o *telecommuting*

A implementação do teletrabalho numa empresa pode exigir alterações nas práticas de gestão que reduzam a necessidade dos trabalhadores se encontrarem no mesmo local ao mesmo tempo, o que inclui práticas mais orientadas para os resultados (avaliação dos empregados com base no seu

desempenho e não apenas na quantidade de tempo que passam no local de trabalho) e uma dependência crescente das telecomunicações. No caso de ainda existirem dúvidas e preocupações relativamente à implementação, poderá ser útil começar com um projecto-piloto.

Redução dos impactes associados à mobilidade pendular

O número de empregados que podem realizar teletrabalho, assim como a contribuição dessa estratégia na redução dos impactes ambientais associados aos movimentos pendulares, depende de vários factores (Kwan e Dijst, 2007; TIAX, 2007):

- Tipo de trabalho ou de actividade: O *telecommuting* tende a ser mais adequado para trabalhos onde se manipula principalmente informação;
- Qualidade do serviço de telecomunicações: A maior parte das actividades associadas ao teletrabalho exigem uma qualidade mínima das telecomunicações e dos computadores utilizados. O potencial para a realização de teletrabalho tende a aumentar com o passar do tempo, à medida que existem cada vez mais famílias com computadores, scanners e ligações à internet em banda larga;
- Apoio da entidade patronal: Os empregados necessitam geralmente do apoio e do encorajamento da entidade patronal para poderem realizar teletrabalho;
- Necessidades e preferências dos trabalhadores: Nem todos os trabalhadores podem ou querem efectuar teletrabalho, já que não possuem as condições adequadas em casa, valorizam as interacções sociais no local de trabalho ou são pouco produtivas sem supervisão directa;
- Incentivos e promoções: A realização de teletrabalho poderá aumentar se os empregados receberem incentivos adequados.

De acordo com algumas estimativas, até 50% de todos os empregos são adequados para a realização de teletrabalho (Nilles, 1996). Apesar disso, a fracção real de empregados que pode trabalhar em casa parece ser bastante mais baixa, apesar do output primário da sua actividade ser informação que possa ser transmitida electronicamente, já que muitos empregos exigem o acesso a determinados materiais e equipamentos ou a realização frequente de reuniões em que os intervenientes têm de se estar no mesmo local físico. Além disso, e como já foi referido, nem todos os trabalhadores querem ou podem efectuar teletrabalho.

O teletrabalho pode reduzir significativamente os movimentos pendulares dos empregados, sendo particularmente atractivo para aqueles que necessitam de efectuar viagens de longa distância de e para o local de trabalho (Henderson e Mokhtarian, 1996). Embora tenha tendência para reduzir o número de viagens efectuadas na hora de ponta, o teletrabalho não reduz necessariamente o número

total de viagens a não ser que seja implementado conjuntamente com outras estratégias. A redução do número de viagens e as poupanças a nível energético podem ser parcialmente contrabalançadas das seguintes maneiras (*rebound effects*¹⁶):

- Os empregados podem utilizar o teletrabalho para se afastar mais do seu local de trabalho, escolhendo uma casa ou emprego numa zona rural ou noutra cidade já que sabem que irão ter de efectuar um menor número de movimentos pendulares semanalmente (o que, consequentemente, poderá aumentar a expansão urbana);
- Os empregados que trabalham em casa efectuam frequentemente viagens adicionais para fazer recados que de outra maneira teriam sido feitos durante o movimento pendular;
- Os veículos não utilizados por esses trabalhadores poderão ser conduzidos por outros membros do agregado familiar;
- Os empregados poderão consumir uma quantidade adicional de energia para o aquecimento e arrefecimento das suas habitações, assim como para utilizar os equipamentos electrónicos de que necessitam para realizar o seu trabalho;
- A melhoria das telecomunicações poderá levar ao aumento das ligações de longa distância, resultando num maior número de viagens (as pessoas podem desenvolver, por exemplo, amizades através da internet e viajar com mais regularidade para as visitar).

Na Tabela 2.5 é apresentada uma lista de objectivos de redução dos impactes ambientais associados às viagens e a influência do teletrabalho na sua obtenção, o que inclui uma classificação que varia entre 3 (muito benéfico) e -3 (muito prejudicial).

Tabela 2.5 - Influência do teletrabalho na redução dos impactes associados às viagens (Adaptado de VTPI, 2008c)

Objectivo	Classificação	Comentários
Redução do tráfego total	2	Reduz os movimentos pendulares, mas pode aumentar o número de viagens de outro tipo
Redução do tráfego na hora de ponta	3	-
Transferência do tráfego da hora de ponta para outros períodos	1	Pode aumentar o número de viagens que não constituam movimentos pendulares
Aumento do teletrabalho	3	-

¹⁶ O *rebound effect* é um termo que é utilizado para descrever as situações em que se verifica um aumento do consumo como resultado de acções que aumentam a eficiência e reduzem os custos dos consumidores (Herring, 1998)

O teletrabalho apresenta também algumas desvantagens:

- Custos associados à sua implementação (aumento das responsabilidades administrativas e de gestão, uma maior dificuldade na avaliação da produtividade dos trabalhadores e eventuais despesas adicionais para computadores e telecomunicações, assim como para o aquecimento e arrefecimento das habitações);
- Alguns trabalhadores consideram que o teletrabalho é difícil e promove o isolamento;
- Pode reduzir a cobertura do pessoal e a interação, ao mesmo tempo que torna mais difícil agendar reuniões;
- Pode aumentar a expansão urbana.

Aplicações

A implementação do teletrabalho é adequada em qualquer área geográfica, contribuindo para a redução dos congestionamentos de trânsito nas zonas urbanas e suburbanas e melhorando o acesso à educação, ao emprego e a outros serviços nas zonas rurais. Ao nível das organizações, pode ser incentivado por governos federais, estatais e regionais e ser implementado por empresas individuais.

3 Análise de um caso de estudo

Neste capítulo e no seguinte será abordado um caso de estudo que incidiu nas deslocações pendulares de trabalhadores de uma empresa de transporte expresso, a TNT. O caso de estudo referido inseriu-se no programa EcoFamílias Planet Me^o, que a Quercus realizou em parceria com a TNT e que teve como objectivo a sensibilização das famílias de colaboradores dessa empresa para a necessidade de atender aos valores ambientais no quotidiano e alterar hábitos de consumo e comportamentos, tendo em vista a redução de emissões de gases com efeito de estufa. O programa teve a duração de 2 anos (Quercus, 2009).

Numa fase inicial do estudo, cujos resultados serão apresentados neste capítulo, foram efectuadas visitas a casa dos colaboradores (1ª visita), onde foram preenchidos inquéritos com o intuito de identificar os padrões de mobilidade das pessoas inquiridas e de obter a sua opinião relativamente aos incentivos que consideravam mais adequados para reduzir a utilização do transporte individual. Foram também entregues fichas de recomendação gerais, com conselhos de poupança de energia nas deslocações pendulares.

De seguida, procedeu-se à determinação de alternativas de mobilidade mais sustentáveis, que incidiram na utilização de transportes colectivos. Numa 2ª visita à residência dos colaboradores, foram entregues fichas de recomendação específicas (onde era descrita a situação inicial de cada colaborador e propostas as já referidas alternativas de mobilidade). Posteriormente, foram enviados questionários a cada um dos colaboradores onde foi efectuada uma avaliação comportamental, no qual se procurou determinar o número de colaboradores que implementaram as recomendações de mobilidade propostas.

Na fase seguinte, que é abordada no capítulo 4, será feita uma análise de diversas estratégias, que se baseiam em instrumentos de gestão da procura de transportes, e determinada aquela que apresentar uma melhor relação custo-eficácia na redução dos impactes ambientais associados aos movimentos pendulares dos colaboradores que participaram no estudo.

3.1 Caracterização da empresa

A TNT é a maior companhia europeia de distribuição e uma das líderes mundiais na sua especialidade, empregando cerca de 45 000 pessoas, espalhadas por mais de 200 países. A empresa iniciou a sua actividade em Portugal em Novembro de 1994, possuindo na altura duas instalações (junto aos aeroportos de Lisboa e do Porto) e empregando um total de 33 colaboradores. Actualmente, tem escritórios em Lisboa, Porto, Coimbra, Faro e Évora e opera em ambos os mercados (doméstico e internacional) (TNT Portugal, 2010).

Consciente da sua responsabilidade ambiental e social, a empresa implementou um Sistema de Gestão Integrada no transporte expresso de mercadorias e nas operações de logística e correio expresso global, que cumpre os requisitos das normas NP EN ISO 9001:2008, NP EN ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 e SA 8000:2008. Esse sistema está implementado de forma a estabelecer responsabilidades, suportar políticas, monitorizar métodos, rever processos e assegurar a disponibilidade dos recursos adequados (TNT Portugal, 2010).

A TNT tem também vindo a desenvolver inúmeras parcerias e projectos de cariz ambiental, nomeadamente com a Ecopilhas (que envolve a recolha de pilhas e acumuladores em todas as instalações da empresa), com a AMI (que diz respeito à reciclagem de consumíveis informáticos e de telemóveis avariados ou em desuso), com a Xerox (que envolve a reciclagem de toners) e com a Quercus (o já referido programa EcoFamílias Planet Me^o).

3.2 Metodologia

Neste estudo foi efectuada uma análise dos movimentos pendulares dos colaboradores da TNT incluídos no primeiro e segundo ano do programa EcoFamílias Planet Me^o. Desta análise foram excluídos os colaboradores com função de comercial, que necessitavam de um veículo para desenvolver a sua actividade profissional ou que trabalhavam exclusivamente em horário nocturno¹⁷. Dos 129 colaboradores participantes, foram analisados 102, distribuídos geograficamente por Lisboa (onde existem dois locais de trabalho, a sede denominada “Head Office” e o escritório, “Depot”), Coimbra e Porto (Tabela 3.1). Os valores entre parêntesis dizem respeito ao número total de colaboradores da TNT em cada um dos escritórios à data de início do primeiro e segundo ano do programa.

Tabela 3.1 - Distribuição geográfica dos colaboradores abrangidos no estudo

Local de Trabalho	Nº de Colaboradores (1º Ano)	Nº de Colaboradores (2º Ano) ¹⁸	Total
Coimbra	1 (15)	4 (15)	5
Lisboa (Depot)	34 (144)	11 (147)	45
Lisboa (Head Office)	12 (45)	13 (48)	25
Porto	18 (82)	9 (81)	27
Total	65 (286)	37 (291)	102

¹⁷ Esses colaboradores foram excluídos dada a dificuldade, ou mesmo impossibilidade, de determinar uma alternativa de mobilidade viável.

¹⁸ O tratamento dos dados e a determinação de alternativas no 2º ano do programa foi efectuada pelo autor desta tese.

A primeira fase do estudo foi elaborada de acordo com o esquema da Figura 3.1. Ao contrário do que sucedeu no programa referido, nesta tese serão determinados os custos anuais.

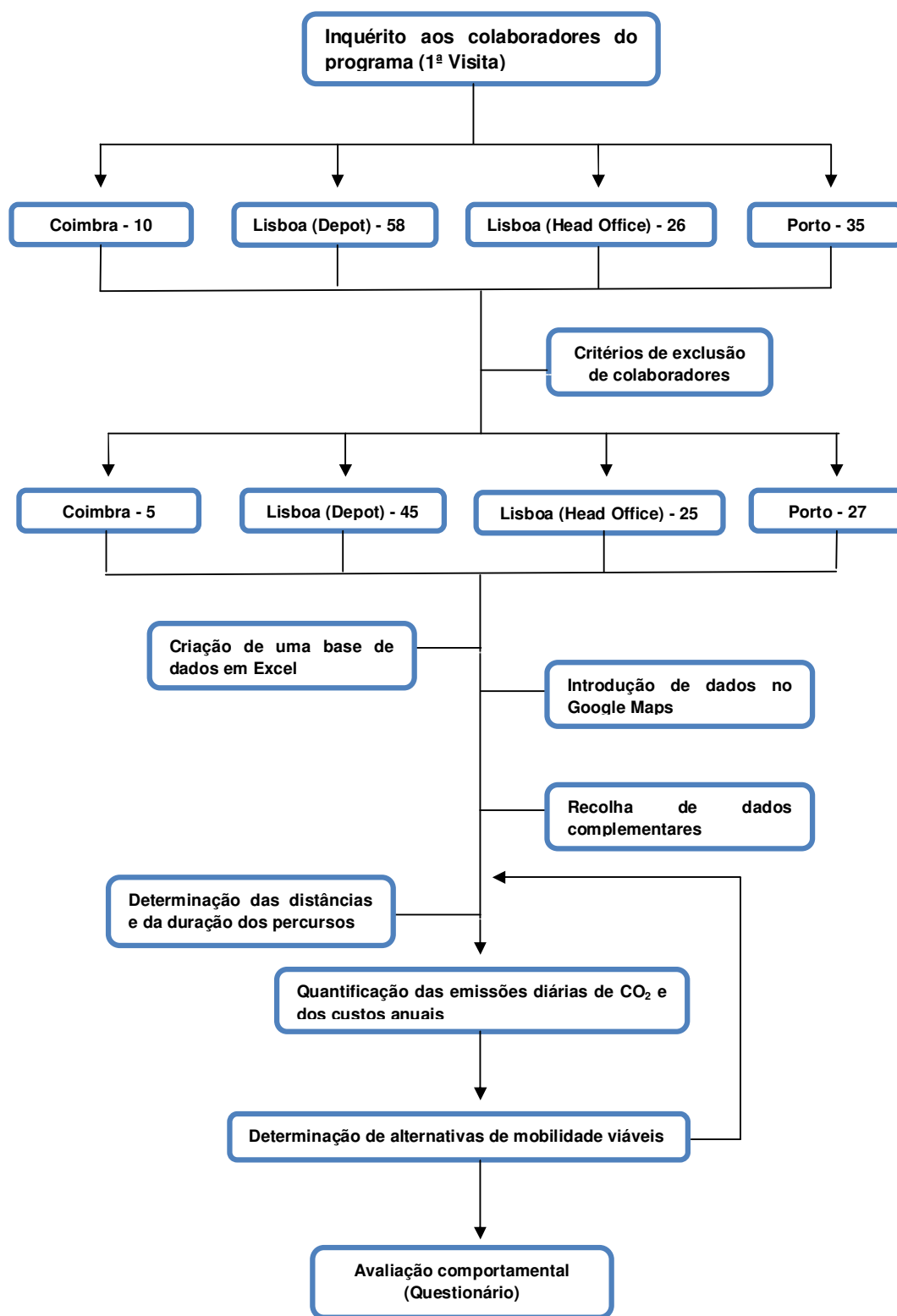


Figura 3.1 - Metodologia utilizada na primeira fase do estudo

3.2.1 Realização de inquéritos

A selecção dos colaboradores participantes no programa foi da responsabilidade da TNT. Na primeira visita à habitação de cada um dos colaboradores foram realizados inquéritos utilizando um questionário (ver Anexo I) no qual se solicitou as seguintes informações: meio(s) de transporte utilizado(s) nos movimentos pendulares, razão de escolha desse(s) mesmo(s) transporte(s), caracterização das deslocações pendulares (em termos semanais) e a selecção de incentivos que estariam dispostos a aceitar para abandonar ou reduzir a utilização do transporte individual, para além da caracterização socioeconómica dos inquiridos.

No caso dos colaboradores que utilizam o transporte individual, pelo menos numa parte do percurso, foi-lhes solicitado que fornecessem algumas informações sobre o seu veículo (marca, modelo, data de compra, tipo e consumo de combustível¹⁹, número de ocupantes habitual, entre outras). As informações fornecidas pelos colaboradores nos inquéritos foram posteriormente introduzidas numa base de dados em Excel.

3.2.2 Determinação das distâncias e durações dos percursos

As moradas dos colaboradores e as localizações dos locais de trabalho foram introduzidas posteriormente no Google Maps (ver Anexo II), com o intuito de aumentar o rigor associado à determinação das distâncias e das durações dos percursos efectuados em transporte individual e das distâncias percorridas em autocarro e barco. Os restantes dados, relativos exclusivamente ao transporte colectivo, foram obtidos recorrendo a diversos métodos: consulta das páginas oficiais das diversas empresas transportadoras, de simuladores agregados de percurso (Itinerarium, no caso do Porto e Transporlis, no caso de Lisboa) e de informações fornecidas pelas empresas relativamente às distâncias entre estações (no caso da CP, Fertagus e Metro de Lisboa e Porto). Os valores obtidos foram posteriormente introduzidos na base de dados.

3.2.3 Quantificação das emissões e dos custos

Em seguida, procedeu-se à recolha de dados complementares (posteriormente introduzidos na base de dados), que, juntamente com as informações obtidas nos inquéritos, permitiram a quantificação das emissões diárias de GEE (expressas em CO₂-equivalente) e dos custos anuais associados às deslocações pendulares dos colaboradores.

¹⁹ Os dados relativos ao consumo de combustível declarados nos inquéritos foram confirmados nas páginas oficiais das diversas marcas de automóveis representadas e num fórum especializado nesta temática (Fórum Autohoje). Os valores considerados estão presentes no Anexo III.

Na quantificação das emissões diárias de CO₂ associadas às deslocações pendulares dos colaboradores que utilizam o transporte individual, foram utilizados valores de referência de emissão (Tabela 3.2) para os combustíveis gasolina, gasóleo e gás de petróleo liquefeito (GPL). Os valores entre parêntesis foram os utilizados no primeiro ano do programa.

Tabela 3.2 - Valores de referência de emissão para automóveis a gasóleo, gasolina e GPL utilizados no primeiro (BP, 2008) e segundo ano do programa (Galp, 2009b)²⁰

Tipo de Combustível	Valores de referência de emissão ²¹ (kgCO ₂ e/l)
Gasolina	2,3 (2,3)
Gasóleo	2,7 (2,63)
GPL	1,5 (1,5)

Ao dividir-se os valores presentes na Tabela 3.2 pelos factores de conversão respectivos (Stockland, 2007), obteve-se a eficiência carbónica de cada um dos combustíveis considerados (Tabela 3.3). Da análise dos valores obtidos verifica-se que o gasóleo é o tipo de combustível menos eficiente, já que emite uma maior quantidade de CO₂ por GJ.

Tabela 3.3 - Eficiência carbónica dos diferentes tipos de combustível considerados

Tipo de Combustível	Eficiência Carbónica (kgCO ₂ e/GJ)
Gasolina	66,86
Gasóleo	72,77 (70,88)
GPL	60,24

Na quantificação das emissões diárias de CO₂ associadas às deslocações pendulares em transporte colectivo, foram utilizados vários factores de emissão em função do tipo de transporte (Tabela 3.4).

²⁰ Esses valores estão em conformidade com a Decisão da Comissão 2007/589/CE.

²¹ Esses valores dizem apenas respeito a combustíveis cuja fonte de energia primária seja 100 % fóssil.

Tabela 3.4 - Factores de emissão para cada tipo de transporte (Fontes: CP, Fertagus, Metropolitano de Lisboa e do Porto, Transtejo, Soflusa, Carris e STCP)²²

Tipo de Transporte	Factores de Emissão (gCO ₂ /pkm)
Comboio CP	21,0
Comboio Fertagus	10,9
Autocarro (Lisboa)	82,0
Metro (Lisboa)	55,0
Autocarro (Porto)	81,5
Metro (Porto)	63,3
Transtejo (hora de ponta)	141,4
Soflusa (hora de ponta)	137,8

Os factores de emissão obtidos para cada tipo de transporte (comboio, autocarro, metro e barco) variam em função da taxa de ocupação e da eficiência energética. Assim se explica, por exemplo, a diferença registada entre os comboios da Fertagus e os da CP, já que os primeiros são mais eficientes e a sua taxa de ocupação é maior, o que resulta num menor factor de emissão. As fórmulas utilizadas na determinação das emissões de CO₂ associadas às deslocações em transporte individual e em transporte colectivo estão presentes no Anexo IV.

Outra das vertentes analisadas no programa EcoFamílias Planet Me⁹ foi o custo mensal associado aos movimentos pendulares dos colaboradores. Nessa determinação considerou-se apenas o valor dispendido em combustível necessário para a realização dos percursos, valor esse que foi obtido na sequência do cálculo da média dos preços dos combustíveis em cada um dos municípios estudados (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 - Preço dos combustíveis nos três municípios estudados (DGEG, 2008 e 2009)

Local de Trabalho	Gasolina (€)	Gasóleo (€)	GPL ²³ (€)
Coimbra	1,169	0,941	0,535
Lisboa (Depot)	1,170	0,942	-
Lisboa (Head Office)	1,170	0,942	-
Porto	1,153	0,925	0,540

²² Esses valores foram obtidos em relatórios de sustentabilidade ou por contacto directo com os operadores referidos.

²³ O preço do GPL só foi quantificado para os municípios de Coimbra e do Porto porque nenhum dos colaboradores de Lisboa possuíam um veículo com esse tipo de combustível.

No entanto, o valor gasto em combustível não traduz verdadeiramente os encargos financeiros associados à posse e utilização de um automóvel. Por essa razão, e tendo como objectivo efectuar uma comparação mais realista entre os diferentes modos de transporte analisados, foi necessária a inclusão de outros custos (a depreciação, a manutenção, as reparações, entre outros). A tabela seguinte apresenta uma síntese de vários estudos efectuados por diferentes entidades sobre a estrutura de custos de propriedade de um veículo ao longo da sua vida útil (Moura, 2009b).

Tabela 3.6 - Estrutura de custos de propriedade de um automóvel, em euros anuais (Adaptado de Moura, 2009b)

Custos de propriedade (euros anuais)	Automobile de France ^{a)}		RAC ^{b)}	Edmunds.com ^{c)}		The AutoChannel ^{d)}	Autopolis	Veículo médio	
	França	Reino Unido	Alemanha	Reino Unido	EUA	EUA	Carro Genérico	Custos médios	%
	Renault Clio	Ford Focus	VW Golf	Carro Genérico	Ford Focus	Ford Focus			
Depreciação	1 536 (30%)	2 569 (36%)	2 084 (28%)	3 035 (44%)	1 217 (26%)	1 128 (24%)	(36%)	1 928 (28%)	[24% - 44%]
Combustível	1 238 (24%)	1 897 (27%)	2 042 (27%)	1 395 (20%)	976 (21%)	1 278 (27%)	(21%)	1 471 (22%)	[20% - 27%]
Seguro	540 (11%)	560 (8%)	667 (9%)	516 (7%)	1 201 (26%)	857 (18%)	(11%)	724 (11%)	[7% - 26%]
Manutenção	639 (12%)	1 025 (14%)	1 136 (15%)	376 (5%)	680 (14%)	450 (10%)	(13%)	718 (10%)	[5% - 15%]
Financiamento	190 (4%)	279 (4%)	339 (5%)	1 304 (19%)	409 (9%)	351 (8%)	(13%)	479 (7%)	[4% - 19%]
Parqueamento	489 (10%)	349 (5%)	607 (8%)					482 (7%)	[5% - 10%]
Impostos	338 (7%)	449 (6%)	333 (4%)	162 (2%)	215 (5%)	214 (5%)	(6%)	285 (4%)	[2% - 7%]
Custos de oportunidade						394 (8%)		394 (6%)	[8% - 8%]
Portagens	149 (3%)		256 (3%)					203 (3%)	[3% - 3%]
Outros custos				158 (2%)				158 (2%)	[2% - 2%]
Total	5 119	7 128	7 464	6 946	4 698	4 672		6 840	
	0,27€/km	0,38€/km	0,40€/km	0,36€/km	0,25€/km	0,25€/km		0,32€/km	

^{a)} Automobile Club - Comparação de custos de três veículos equivalentes de passageiros, movidos a gasolina, de diferentes países da União Europeia. A depreciação é calculada através da recuperação do valor comercial do veículo usado com 4 anos. A quilometragem anual é de aproximadamente 19 000 km.

^{b)} Royal Automobile Club (RAC) - Os custos constituem a média de um conjunto de 17 modelos (exemplos incluem o Toyota Yaris; Citroen C2; Toyota Prius; Ford Focus; VW Golf; BMW Série 3; Peugeot 407; Mercedes Classe C; Renault Espace; e Porsche Cayenne). O item "Outros Custos" inclui a taxa de adesão ao RAC. No cálculo dos custos de combustível foi considerada uma quilometragem anual de 12 000 km. A taxa de câmbio considerada foi de 1,254€ por £.

^{c)} Edmunds.com - Cotações para um Ford Focus de 2008 obtidas na Internet (04/04/2008). No cálculo dos custos de combustível foi considerada uma quilometragem anual de 12 000 km. A taxa de câmbio considerada foi de 0,634€ por \$.

^{d)} AutoChannel.com - O cálculo dos custos foi semelhante ao da nota anterior. Os custos de oportunidade são considerados utilizando o factor de recuperação de custos, $CRF = d / [1 - (1 + d)^{-n}]$, em que d corresponde à taxa de desconto (3,8%) e n ao intervalo de tempo total, antes de terminar a sua vida útil.

Da tabela anterior, retira-se que em média os custos totais de um veículo são aproximadamente $0,30\text{€}.\text{km}^{-1}$. Assim, os custos totais anuais associados à posse e utilização de um automóvel correspondem a multiplicar este valor unitário pelos quilómetros totais percorridos anualmente²⁴ pelos colaboradores nos movimentos pendulares. No caso dos colaboradores que utilizam os transportes colectivos, os custos anuais incluem apenas o pagamento do passe, que será multiplicado pelo número de meses de trabalho (as fórmulas utilizadas no cálculo dos custos anuais e o preço dos passes estão presentes nos Anexos V e VI, respectivamente).

3.2.4 Determinação de alternativas de mobilidade

Foram considerados os seguintes critérios na determinação de alternativas de mobilidade para os colaboradores da TNT:

- Possuir um menor impacte ambiental, sendo responsável pela emissão de uma menor quantidade de CO_2 para a atmosfera, em comparação com a situação inicial;
- Apresentar duração e custo aceitáveis: Relativamente à duração do percurso (ida e volta), foi considerado um valor máximo diário de cerca de 50 minutos para além do valor dispendido na situação inicial. No que concerne aos custos, foi considerado um valor máximo mensal de 16 euros para além do valor dispendido na situação inicial²⁵;
- Incluir o menor número possível de transbordos e de percursos a pé, já que estes tornam a viagem menos cómoda e pouco atractiva para o colaborador;
- Os colaboradores que utilizavam os transportes colectivos nas suas deslocações pendulares também foram abrangidos no processo de determinação de alternativas. Esse processo incidiu sobretudo na escolha de meios de transporte com um menor impacte ambiental do que o actualmente utilizado pelo colaborador, permitindo assim a redução das emissões de CO_2 para a atmosfera.

3.2.5 Avaliação comportamental

Numa fase posterior do programa (antes da apresentação dos resultados nas instalações da empresa) foram enviados questionários a cada um dos colaboradores, no qual se procurou determinar, entre outras coisas, quantos implementaram no seu dia-a-dia as alternativas de mobilidade propostas (os resultados obtidos estão presentes no fim do capítulo 3.4).

²⁴ No âmbito da presente tese foram considerados 20 dias úteis por mês e 11 meses por ano.

²⁵ Como foi referido anteriormente, no programa EcoFamílias Planet Me⁹ considerou-se apenas o valor dispendido em combustível necessário para a realização dos percursos. Assim sendo, o valor referido (16 euros) diz apenas respeito ao consumo de combustível e com pressupostos diferentes daqueles apontados anteriormente.

O questionário não fez referência à existência de estacionamento gratuito nas instalações da TNT para todos os trabalhadores ou à possibilidade de estacionamento gratuito na via pública. Estas são condicionantes fundamentais para a opção modal nas deslocações urbanas. Verificou-se que, de facto, os directores teriam estacionamento nas instalações da empresa. Tendo em conta que esses colaboradores foram incluídos no estudo, propõe-se que a TNT inclua no plano de mobilidade da empresa a restrição de tal possibilidade, de modo a estimular a transferência modal por parte desses colaboradores. Os restantes colaboradores declararam estacionar nas imediações da TNT, mesmo sujeitando-se a sancionamentos.

3.3 Resultados

3.3.1 Tipo de transporte utilizado

A maioria dos colaboradores que participaram no programa (69 %) utiliza exclusivamente o transporte individual nos seus movimentos pendulares, enquanto apenas 17 (17 %) dos 102 colaboradores utilizam unicamente os transportes colectivos (Figura 3.2).

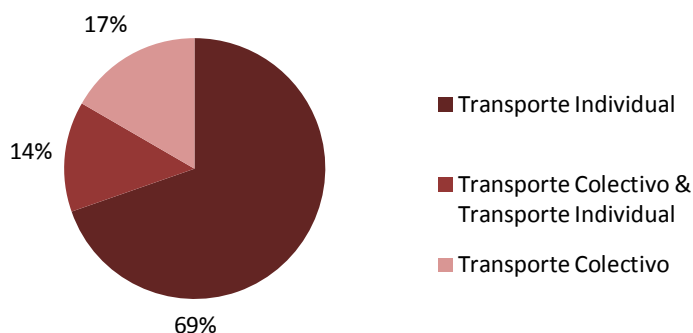


Figura 3.2 - Tipo de transporte utilizado nas deslocações pendulares

Da análise das Figuras 3.3 e 3.4 verifica-se que, apesar da maioria dos colaboradores utilizar unicamente o transporte individual, é no Porto que a sua utilização é mais significativa, já que apenas 1 dos 27 colaboradores utiliza os transportes colectivos. Analisando os dois locais de trabalho em Lisboa, verifica-se a existência de algumas diferenças, ocorrendo um maior equilíbrio no tipo de transportes utilizados pelos colaboradores que trabalham no Head Office. Esse equilíbrio resulta sobretudo da existência de melhores acessibilidades por transporte colectivo (comboio, metro e autocarro) e do facto dos colaboradores do Head Office terem todos horários normais de escritório, ao contrário da maioria dos colaboradores do Depot, que trabalham, na maioria, por turnos.

A situação verificada em Coimbra explica-se pela reduzida oferta da rede de transportes colectivos, que tem como consequência a utilização do transporte individual em pelo menos uma parte do percurso (o facto dos colaboradores analisados viverem a uma distância considerável da cidade e também do local de trabalho pode justificar a fraca utilização dos transportes colectivos). No Porto, as distâncias reduzidas, entre a habitação e o escritório, implicariam o recurso a um elevado número de transportes colectivos, explicando a grande percentagem de utilização do transporte individual.

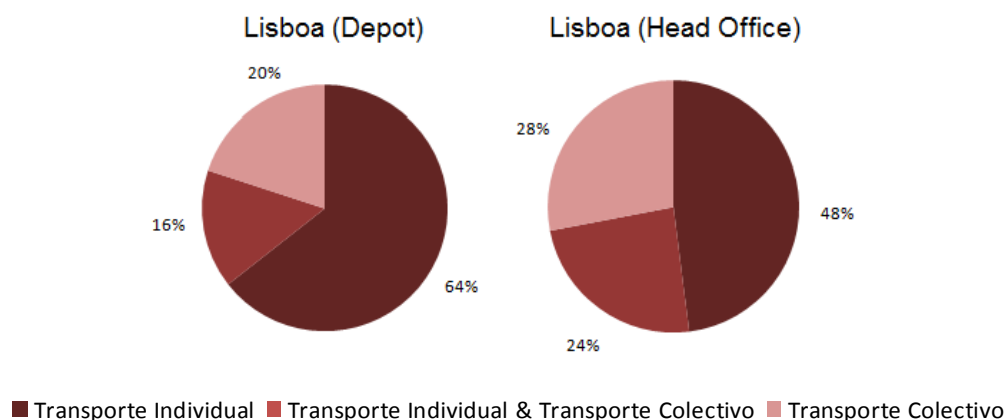


Figura 3.3 - Tipo de transporte utilizado nas deslocações pendulares em Lisboa

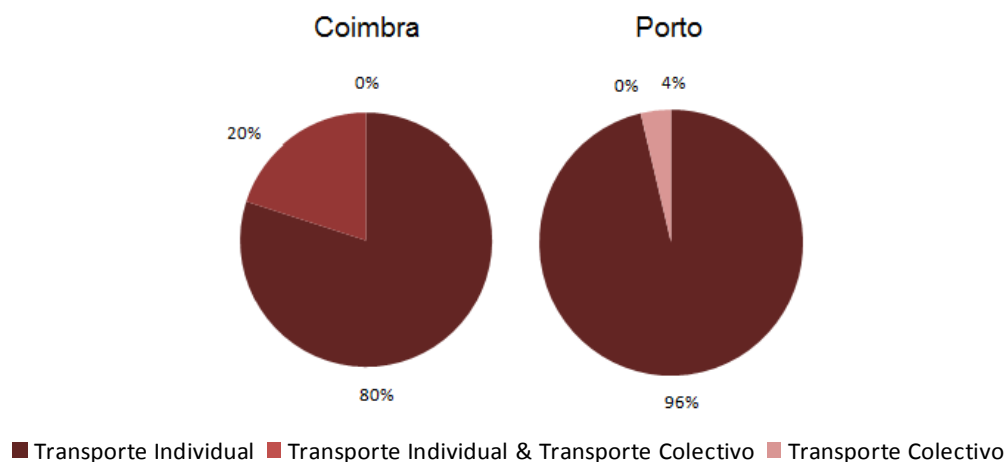


Figura 3.4 - Tipo de transporte utilizado nas deslocações pendulares em Coimbra e no Porto

3.3.2 Tipo de combustível utilizado

A maioria dos colaboradores realiza os seus movimentos pendulares em veículos a gásóleo (Figura 3.5). O GPL, apesar de ser o combustível mais barato, é o menos utilizado (apenas dois casos).

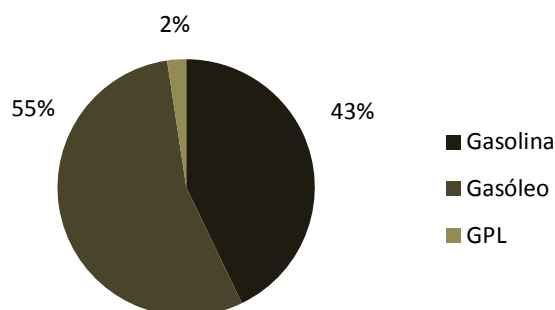


Figura 3.5 - Tipo de combustível utilizado nos veículos dos colaboradores TNT

3.3.3 Partilha do transporte individual no percurso pendular

A maioria dos colaboradores que utilizam o transporte individual viaja sozinho (Figura 3.6). Este facto é particularmente evidente nos colaboradores que trabalham no Porto, já que das 26 pessoas que utilizam o transporte individual apenas duas vão acompanhadas a maior parte do percurso. No extremo oposto, em Coimbra, existe um colaborador que viaja acompanhado por mais 3 pessoas.

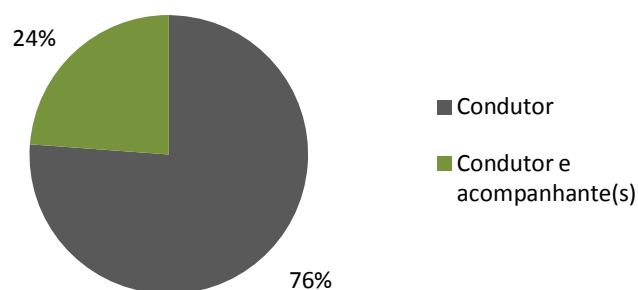


Figura 3.6 - Partilha do transporte individual, com outros passageiros, no percurso pendular

3.3.4 Duração e distância do percurso

Comparando o tempo total dispendido nas deslocações por local de trabalho (ida e volta), verificam-se algumas diferenças. A nível global, são os colaboradores que trabalham no Depot que demoram mais tempo nas deslocações pendulares (94 minutos diários), seguidos dos de Coimbra (93 minutos diários) e do Head Office (89 minutos diários). Outro aspecto importante é que o transporte colectivo apresenta durações de deslocação médias superiores ao transporte individual em todos os locais de trabalho excepto em Coimbra, onde nenhum dos colaboradores utiliza exclusivamente esse tipo de transporte. Os tempos médios de utilização do transporte colectivo (TC), transporte individual (TI) e transporte colectivo e individual (TC + TI) estão presentes na Tabela 3.7.

De salientar que geralmente, quando questionados acerca do tempo de percurso do movimento pendular, os colaboradores tinham tendência a declarar um valor superior (no caso das deslocações em transporte colectivo) ou inferior (no caso do transporte individual) à duração real.

Tabela 3.7 - Duração das deslocações pendulares (ida e volta)

Local de Trabalho	Tempo Médio (minutos.dia⁻¹)	TC (minutos.dia⁻¹)	TI (minutos.dia⁻¹)	TC + TI (minutos.dia⁻¹)
Coimbra	93	n.a.	84	132
Lisboa (Depot)	94	116	78	137
Lisboa (Head Office)	89	105	74	87
Porto	53	94	51	n.a.

Comparando os valores obtidos na Tabela 3.7 com os da Tabela 3.8, que dizem respeito à distância média percorrida pelos colaboradores de cada um dos escritórios diariamente, podem-se tirar algumas conclusões. Apesar dos colaboradores que trabalham em Coimbra percorrerem diariamente, em média, uma maior distância, a duração é inferior à verificada no Depot. Os colaboradores do Porto demoram muito menos tempo nas viagens (53 minutos diários) que os restantes, o que se explica pelo facto de estes utilizarem, quase todos, o transporte individual e das distâncias percorridas serem inferiores.

Tabela 3.8 - Distância efectuada nas deslocações pendulares (ida e volta)

Local de Trabalho	Distância Média (km.dia ⁻¹)	TC (km.dia ⁻¹)	TI (km.dia ⁻¹)	TC + TI (km.dia ⁻¹)
Coimbra	64	n.a.	63	66
Lisboa (Depot)	41	42	40	42
Lisboa (Head Office)	54	35	59	56
Porto	33	34	33	n.a.

Ao dividir-se a distância percorrida diariamente pela duração das deslocações pendulares, obteve-se a velocidade média (Tabela 3.9).

Tabela 3.9 - Velocidade média nas deslocações pendulares (ida e volta)

Local de Trabalho	TC (km.hora ⁻¹)	TI (km.hora ⁻¹)	TC + TI (km.hora ⁻¹)
Coimbra	n.a.	45	30
Lisboa (Depot)	22	31	18
Lisboa (Head Office)	20	48	39
Porto	21	39	n.a.

A Tabela 3.9 reforça as conclusões apresentadas anteriormente e traduz os ambientes rodoviários em que as deslocações são efectuadas. As velocidades médias obtidas para o transporte colectivo são consentâneas com os valores standards para o modo. No caso do transporte individual, verifica-se que as velocidades médias são sempre superiores às do TC e sugerindo que alguns ambientes rodoviários são pouco congestionados ou realizados em grande medida em vias rápidas ou auto-estradas urbanas (nomeadamente com velocidades superiores a 40 km/h). Este aspecto é importante, pois a localização das empresas é um factor fundamental para poderem apresentar padrões de mobilidade mais sustentáveis. A proximidade a transportes colectivos é crítica para incentivar a mobilidade dos trabalhadores e clientes no sentido da maior eficiência.

Neste âmbito, é pertinente referir a prática de planeamento holandesa através da Lei ABC (Martens e Griethuysen, 2000) que, resumidamente, pretendia colocar a actividade certa no local adequado (*'The right business at the right place'*). A lei classificava os sítios em três níveis de acessibilidade (A, B e C) e as actividades em três níveis de exigência de mobilidade (A, B e C). As actividades não podiam localizar-se num sítio cujo nível de acessibilidade fosse inferior ao da sua exigência de mobilidade, a menos que o seu promotor integrasse no projecto o *"upgrade"* desse nível de acessibilidade. Apesar

de conceptualmente interessante, foi entretanto abandonada face à dificuldade de acomodar muitas das solicitações ou dos custos associados à iniciativa privada.

3.3.5 Utilização dos transportes colectivos

Foi também efectuada uma análise da utilização dos transportes colectivos por parte dos colaboradores. Essa análise teve dois objectivos: determinar qual o meio de transporte colectivo mais usado e quantos tipos de transportes diferentes são utilizados pelos colaboradores nas suas deslocações pendulares. No primeiro caso considerou-se apenas os colaboradores que trabalham em Lisboa, já que a utilização desse tipo de transportes em Coimbra e no Porto é muito reduzida. Os resultados obtidos estão presentes na Figuras 3.7 e 3.8.

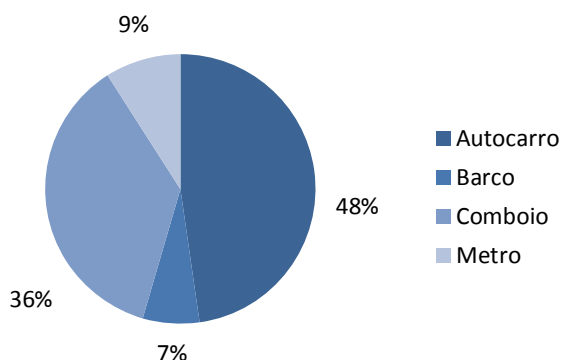


Figura 3.7 - Meios de transporte colectivo mais utilizados pelos colaboradores de Lisboa

O autocarro é o transporte colectivo mais utilizado pelos colaboradores que trabalham em Lisboa²⁶ (48%), o que se explica pelo facto de ser o único que passa nos dois locais de trabalho. A Figura 3.8 demonstra que a maioria dos colaboradores (55 %) utiliza apenas um tipo de transporte colectivo nas suas deslocações pendulares e que apenas 3 % (um colaborador) utiliza três tipos diferentes. Este resultado vai de encontro ao que foi dito nos critérios de selecção de alternativas (Secção 3.2.4), que um aumento do número de transbordos reduz a comodidade e torna os percursos menos atractivos para os colaboradores. É de salientar que os percursos em transportes colectivos com pelo menos um transbordo duram em regra mais tempo que a alternativa em transporte individual (Câmara Municipal de Lisboa, 2005).

²⁶ As percentagens obtidas dizem respeito ao número de viagens e não ao número de pessoas que utilizam determinado tipo de transporte nos seus movimentos pendulares.

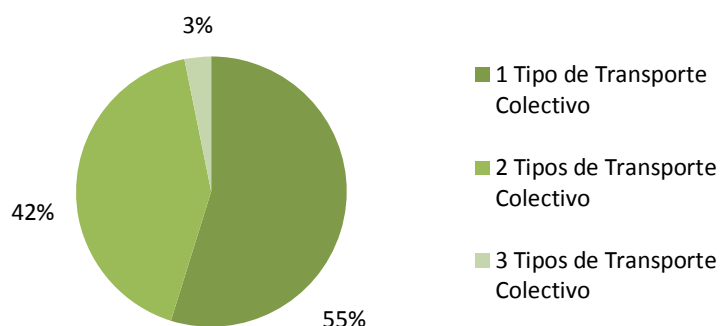


Figura 3.8 - Distribuição do número de transportes colectivos utilizados pelos colaboradores nas suas deslocações pendulares

3.3.6 Emissões de CO₂ associadas às deslocações pendulares

As emissões de CO₂ associadas às deslocações pendulares de todos os colaboradores incluídos no programa estão presentes na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Emissões de CO₂ associadas às deslocações pendulares

Local de Trabalho		TC	TI	TC + TI	
Lisboa (Depot)	Total (kgCO ₂ .dia ⁻¹)	20,3	150,5	17,4	
	Média (kgCO ₂ .colaborador ⁻¹ .dia ⁻¹)	2,3	5,2	2,5	
Lisboa (Head Office)	Total (kgCO ₂ .dia ⁻¹)	11,6	103,0	22,7	
	Média (kgCO ₂ .colaborador ⁻¹ .dia ⁻¹)	1,7	8,6	3,8	
Coimbra	Total (kgCO ₂ .dia ⁻¹)	n.a.	25,0	4,1	
	Média (kgCO ₂ .colaborador ⁻¹ .dia ⁻¹)	n.a.	6,2	4,1	
Porto	Total (kgCO ₂ .dia ⁻¹)	2,0	131,6	n.a.	
	Média (kgCO ₂ .colaborador ⁻¹ .dia ⁻¹)	2,0	5,1	n.a.	
Total	Total (kgCO ₂ .dia ⁻¹)	33,9	410,1	44,2	488,2
	Média (kgCO ₂ .colaborador ⁻¹ .dia ⁻¹)	2,0	5,8	3,2	4,8

O total de emissões resultante das deslocações pendulares dos colaboradores da TNT é de 488 kgCO₂.dia⁻¹, o que corresponde a quase 5 kgCO₂.colaborador⁻¹.dia⁻¹ (Tabela 3.10). A grande maioria das emissões (84%) resulta das deslocações realizadas unicamente em transporte individual, enquanto apenas 7% resulta da utilização exclusiva do transporte colectivo (Figura 3.9). Comparando

o valor médio total associado às deslocações em transporte colectivo com os restantes, verifica-se que corresponde a pouco mais de metade do valor referente ao transporte colectivo e transporte individual e a cerca de um terço do valor referente ao transporte individual.

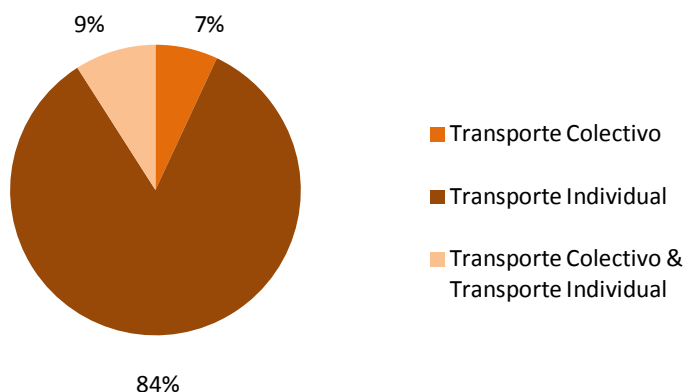


Figura 3.9 - Emissões de CO₂ por tipo de transporte utilizado nas deslocações pendulares

3.3.7 Incentivos

No questionário foi também pedido aos colaboradores que seleccionassem os incentivos que considerassem mais adequados para estimular a utilização dos transportes colectivos²⁷. Foram sugeridos vários incentivos:

- Contribuição da empresa no pagamento do passe;
- Criação de um circuito de *minibus* fretados pela empresa que fizessem a ligação entre a estação de comboio, metro ou autocarros mais próxima e o escritório do colaborador;
- Rede interna de partilha de veículos menos poluentes entre os colaboradores, de acordo com a sua morada;
- Possibilidade de realizar o seu trabalho em casa através do teletrabalho;
- Outro incentivo, sugerido pelo colaborador.

Como houve colaboradores que não responderam e outros que deram mais do que uma resposta, ao efectuar-se uma análise dos resultados obtidos (presentes na Figura 3.10) não se pode falar em número de colaboradores mas sim em maioria de respostas dadas.

²⁷ Essa questão só foi colocada aos colaboradores que participaram no segundo ano do programa.

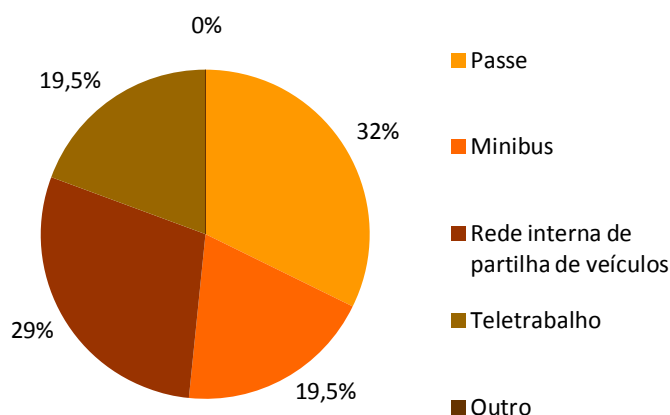


Figura 3.10 - Incentivos sugeridos para estimular a utilização dos transportes colectivos

A maioria das respostas aponta a contribuição da empresa para pagar o passe (32%) e a rede interna de partilha de veículos menos poluentes (29%) como os incentivos mais adequados para estimular um padrão de mobilidade mais eficiente para o conjunto da empresa. Nenhum dos colaboradores propôs uma medida para além daquelas que foram sugeridas no questionário.

3.4 Resultados das alternativas

Nesta secção são apresentados os resultados obtidos no programa EcoFamílias Planet Me^o, em que se procedeu à determinação de alternativas de mobilidade mais sustentáveis e que incidiram na utilização de transportes colectivos. Dos 102 colaboradores incluídos nesta análise, 31 já utilizavam os transportes colectivos em pelo menos parte do seu percurso. Desses 31, foi possível determinar alternativas em quatro casos. Dos restantes 71, que só utilizavam o transporte individual, foi possível encontrar uma alternativa para 49 dos colaboradores. No total, foram obtidas alternativas para 53 pessoas²⁸.

A implementação das alternativas propostas nas deslocações pendulares terá como impactos, no conjunto do programa, uma redução diária das emissões de CO₂ em cerca de 39%, um aumento da duração total dos percursos em 204 minutos/dia e uma redução dos custos em cerca de 111 mil

²⁸ Quatro das alternativas apresentadas no primeiro ano do programa tornaram-se inviáveis no segundo após a introdução dos factores de emissão associados ao transporte fluvial (na altura indisponíveis) ou por correcção dos cálculos. Assim se explica o facto de esses colaboradores (L36, L47, L48 e H8) apresentarem alternativas de mobilidade com um impacte ambiental superior à situação inicial (ver Figuras 3.12 e 3.13).

euros anuais (Tabela 3.11), que se traduz numa relação custo-eficácia média de $2,65 \text{ €} \cdot \text{kgCO}_2^{-1}$ (que no essencial reflecte os ganhos de eficiência decorrentes da transferência dos colaboradores).

É de notar que estes custos são todos suportados pelos colaboradores. Assim, a relação custo-eficácia obtida diz exclusivamente respeito aos colaboradores, não envolvendo qualquer esforço financeiro por parte da TNT. Mais tarde nesta dissertação, serão apresentadas as avaliações relativamente a outras medidas a incluir potencialmente no Plano de Mobilidade da TNT. Contudo, ressalva-se desde já que nesse exercício os custos seriam suportados pela TNT como forma de incentivo à adesão por parte dos colaboradores a novas práticas de mobilidade. Assim sendo, as relações custo-eficácia obtidas serão relativas ao esforço financeiro da TNT e não dos colaboradores como acima apresentado.

Tabela 3.11 - Comparação entre a situação inicial e as alternativas propostas

	Emissões Associadas ($\text{kgCO}_2 \cdot \text{dia}^{-1}$)	Duração do percurso (minutos. dia^{-1})	Custo Associado ($\text{€} \cdot \text{ano}^{-1}$) ²⁹
Situação Inicial	488,2	8 355	225 083,48
Alternativas	297,6	8 559	113 814,29
Redução Obtida	190,6	- 204	111 269,19

Verifica-se que a maioria das alternativas propostas apresenta reduções bastante consideráveis comparativamente à situação inicial, chegando a poupança, no caso de dois colaboradores, bastante próxima dos 20 kgCO_2 diários. As Figuras 3.11, 3.12, 3.13 e 3.14 permitem efectuar uma comparação entre a situação inicial e as alternativas propostas para cada um dos colaboradores incluídos nos dois anos do programa EcoFamílias Planet Me^o, divididos por locais de trabalho. Cada código, constituído por uma letra e por um número e apresentado nas figuras e no texto, corresponde a um colaborador incluído no programa, sendo a letra C utilizada para identificar os colaboradores que trabalham em Coimbra, L os colaboradores que trabalham no Lisboa Depot, H os colaboradores que trabalham no Head Office e P os colaboradores que trabalham no Porto (C1, L2, H13 e P6, por exemplo).

A implementação das alternativas propostas por parte dos colaboradores terá como consequência uma redução das emissões médias diárias por colaborador de 5 kg para 3 kgCO_2 ($=297,6 \text{ kgCO}_2 \cdot \text{dia}^{-1} / 102$ colaboradores). Ressalva-se desde já que se considerarmos o conjunto dos trabalhadores da TNT (abrangendo os que não foram incluídos no programa), a redução média por colaborador fica

²⁹ Como foi referido no capítulo 3.2.3, no programa EcoFamílias Planet Me^o só foram contabilizados os custos decorrentes do consumo de combustível. Nesta tese foram incluídos outros custos (a depreciação, a manutenção, as reparações, entre outros), de modo a permitir uma comparação mais realista entre os diferentes modos de transporte analisados.

mais diluída, mas ainda assim expressiva ($0,65 \text{ kgCO}_2.\text{dia}^{-1}.\text{colaborador}^{-1} = 190,6 \text{ kgCO}_2.\text{dia}^{-1} / 291$ colaboradores).

Pode-se observar também que existem 12 colaboradores, a grande maioria deles em Lisboa, responsáveis pela emissão diária de uma quantidade de CO_2 superior a 10 kg, e, no caso de um colaborador (H13 do segundo ano), esse valor atingiu os 24 kg de CO_2 diários.

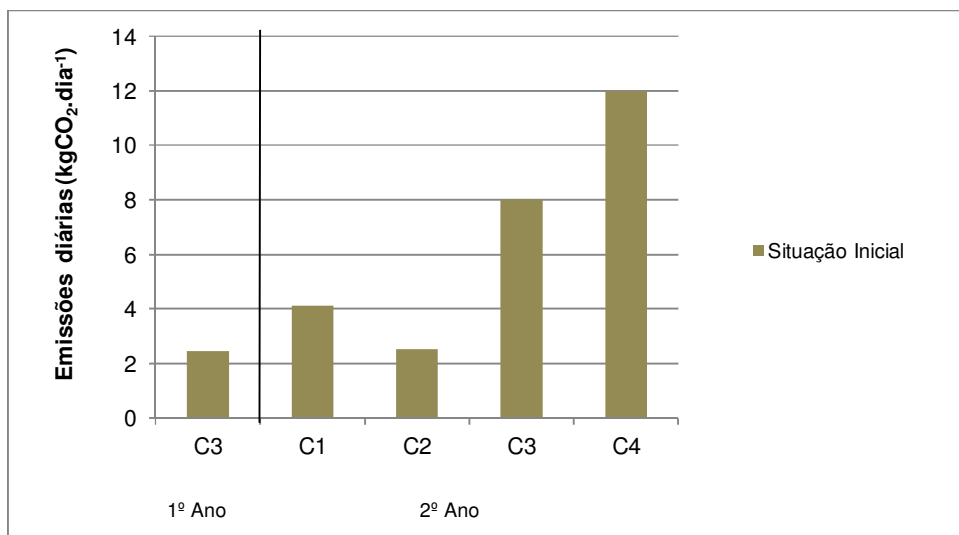


Figura 3.11 - Emissões de CO_2 associadas às deslocações pendulares de todos os colaboradores de Coimbra

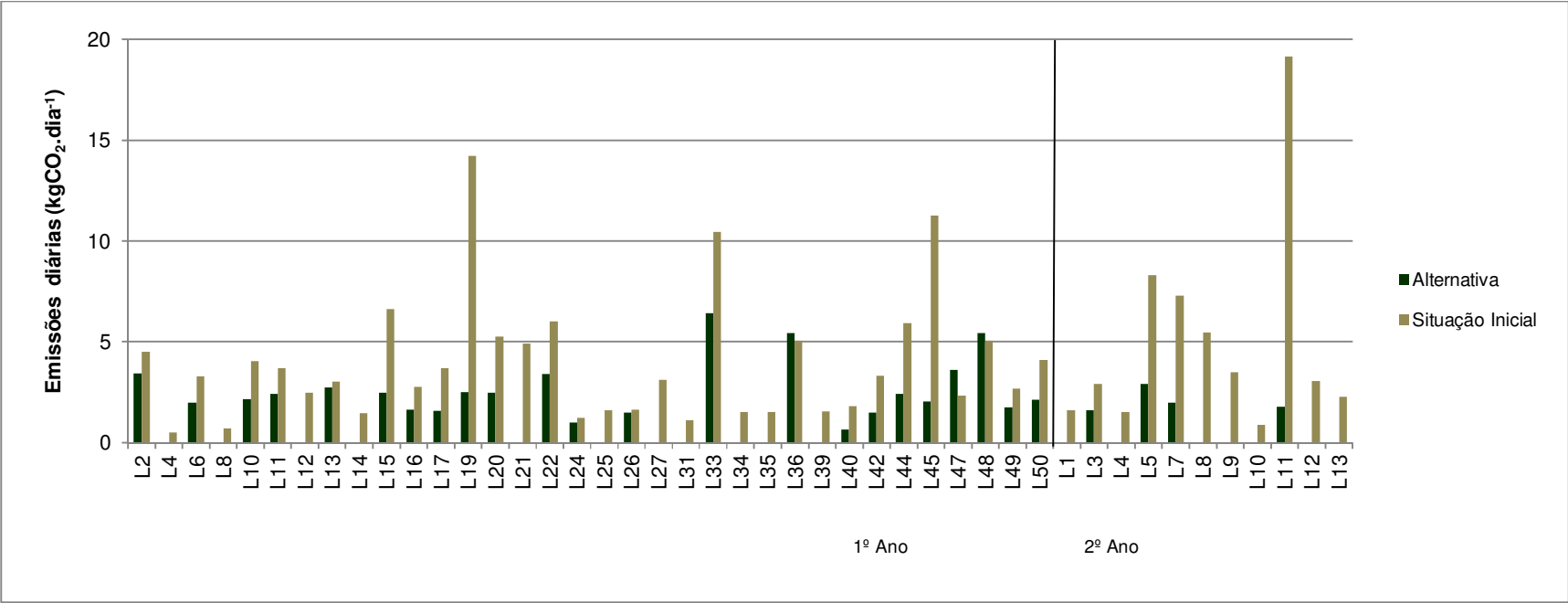


Figura 3.12 - Emissões de CO₂ associadas às deslocações pendulares de todos os colaboradores de Lisboa - Depot

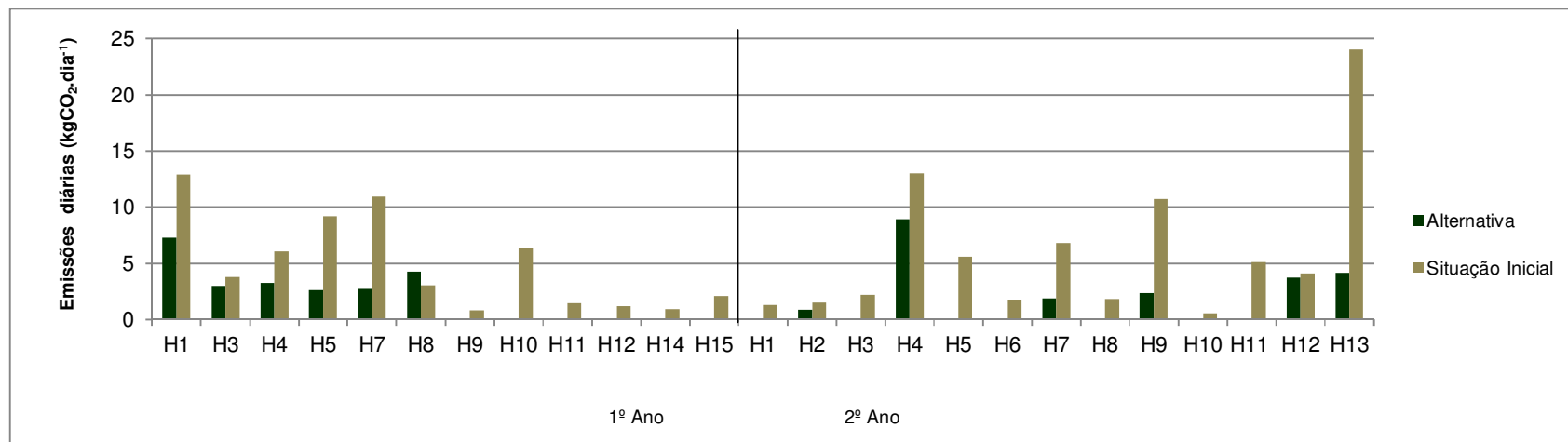


Figura 3.13 - Emissões de CO₂ associadas às deslocações pendulares de todos os colaboradores de Lisboa - Head Office

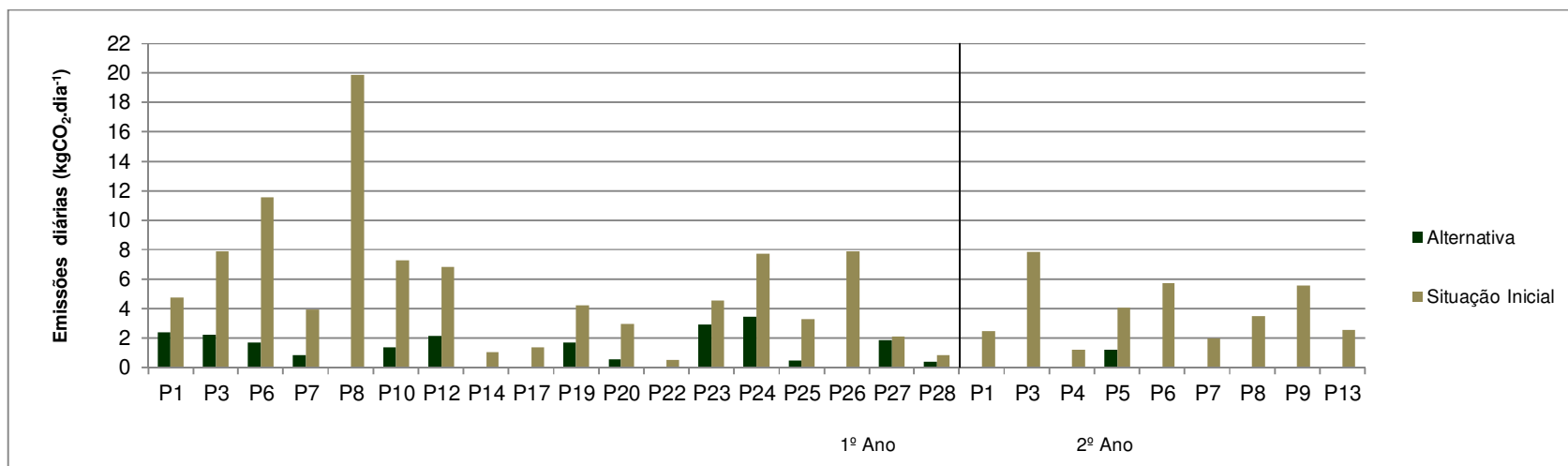


Figura 3.14 - Emissões de CO₂ associadas às deslocações pendulares de todos os colaboradores do Porto

A Tabela 3.12 ilustra a diferença, em termos de emissões de CO₂, entre a situação inicial e a implementação das alternativas em cada um dos locais de trabalho.

Tabela 3.12 - Redução das emissões de CO₂ obtidas em cada um dos locais de trabalho

Local de Trabalho	Situação Inicial (kgCO₂.dia⁻¹)	Alternativas (kgCO₂.dia⁻¹)	Reduções (kgCO₂.dia⁻¹)	% Redução (Total)
Coimbra	29,1	29,1	0,0	0,0
Lisboa (Depot)	188,2	107,4	80,8	42,4
Lisboa (Head Office)	137,3	76,3	61,0	32,0
Porto	133,6	84,8	48,8	25,6
Total	488,2	297,6	190,6	100,0

Como se pode observar na Tabela 3.12, a grande maioria das reduções foi obtida nas deslocações pendulares dos colaboradores que trabalham no Depot (42%) e no Head Office (32%). É também importante realçar que cerca de um terço das reduções associadas à implementação das alternativas (36%) resultam de cinco casos em particular (L19, L45 e P6 do primeiro ano e H13 e L11 do segundo ano).

As razões pelas quais não foi possível encontrar alternativas viáveis para os colaboradores de Lisboa e do Porto variam de acordo com o local de trabalho. No caso dos colaboradores que trabalham no Porto deveu-se sobretudo à reduzida distância percorrida entre a residência e o local de trabalho; às durações e custos pouco razoáveis; ou, no caso de um colaborador, pelo facto de trabalhar por vezes em horário nocturno.

Relativamente aos colaboradores que trabalham em Lisboa, a falta de alternativas viáveis deveu-se sobretudo à reduzida distância entre a residência e o local de trabalho; e ao facto da alternativa proposta apresentar emissões, custos ou duração superiores aos da situação inicial. O facto de todos os colaboradores que trabalham em Coimbra residirem a uma distância considerável da cidade e em locais onde existe uma reduzida oferta da rede de transportes colectivos tornou inviável a determinação de alternativas de mobilidade.

Relativamente ao grau de implementação das alternativas propostas (ver secção 3.2.5), um inquérito realizado numa fase posterior do programa revelou que nenhum dos 102 colaboradores tinha alterado os seus hábitos de mobilidade. Os resultados obtidos podem ser explicados pela inflexibilidade por parte dos trabalhadores na adopção das alternativas de mobilidade propostas e pelo facto da TNT não se ter implicado o suficiente no processo (este é, aliás, um problema recorrente neste género de procedimentos, isto é, a efectiva execução dos

planos). De modo a estimular a adopção das alternativas de mobilidade propostas, propõe-se que a TNT suporte uma parte ou mesmo a totalidade dos custos relativos aos passes dos colaboradores (essa estratégia irá ser testada no capítulo IV).

3.5 Conclusões

Relativamente ao tempo dispendido nas deslocações pendulares, os colaboradores do Depot são os que apresentam um valor mais elevado (94 minutos), apesar de não serem os que percorrem, em média, uma maior distância diariamente. Exceptuando o caso de Coimbra, em todos os locais de trabalho os colaboradores que utilizam exclusivamente o transporte colectivo demoram em média mais tempo no percurso do que aqueles que se deslocam exclusivamente em transporte individual.

Relativamente às emissões resultantes das deslocações pendulares, os colaboradores incluídos nos dois anos do programa são responsáveis por cerca de 488 kgCO₂ diários. Os colaboradores que trabalham em Coimbra são aqueles que emitem diariamente, em média, uma maior quantidade de CO₂ (quase 6 kgCO₂). No extremo oposto encontram-se os colaboradores do Depot, que emitem diariamente, em média, 4 kgCO₂ por colaborador.

Foram obtidas 53 alternativas, das quais a grande maioria (49) diz respeito a colaboradores que só utilizam o transporte individual e apenas 4 a colaboradores que utilizam os transportes colectivos. As 53 alternativas apresentadas, se implementadas, permitirão reduzir as emissões de CO₂ em cerca de 191 kg diários (39 % da situação inicial) e os custos anuais em cerca de metade (111 mil euros, ou seja, cerca de 99€.mês⁻¹.colaborador⁻¹ ou 5€.dia⁻¹.colaborador⁻¹). A poupança obtida com a implementação das alternativas propostas é, portanto, bastante expressiva. Contudo, esta poupança não inclui as perdas de conforto e de flexibilidade por abdicarem do transporte individual.

4 Estratégias de intervenção

Neste capítulo irá ser determinada a relação custo-eficácia de 5 estratégias (referidas na secção 2.2), baseadas em instrumentos de gestão da procura de transportes, com o intuito de determinar a sequência de intervenção mais adequada para minimizar os impactes ambientais associados às deslocações pendulares dos colaboradores da TNT. A estratégia que for seleccionada, que apresentar uma melhor relação custo-eficácia, irá ser sugerida à TNT, podendo vir a constituir um aspecto importante de um plano de mobilidade empresarial implementado pela empresa.

É importante realçar que foi efectuada nesta dissertação uma análise custo-eficácia simplificada, não tendo sido consideradas algumas externalidades (positivas ou negativas) da mobilidade pendular (valorização do valor do solo, redução do tempo perdido, do ruído, de outros poluentes atmosféricos e da sinistralidade) e outros aspectos relevantes (nomeadamente os custos indirectos associados à implementação das estratégias, cuja quantificação é mais complexa).

Existem vários objectivos que devem ser atingidos para que o sistema de transportes se torne mais sustentável (Moura, 2009a):

- Objectivo 1: Aumentar a eficiência dos sistemas produtivos a montante do sistema de transportes e promover políticas de reutilização, reciclagem e remanufatura de equipamentos em fim de vida;
- Objectivo 2: Aumentar a eficiência dos veículos, através da redução dos seus consumos específicos e das emissões (através de sistemas de tratamento em fim de linha) e da transferência das viagens para tecnologias mais eficientes;
- Objectivo 3: Aumentar a eficiência no uso dos veículos, recorrendo a técnicas de condução económicas (*Eco-driving*), às Tecnologias de Informação e Comunicação³⁰ (TIC's) e a um melhor desenho e engenharia das infra-estruturas (nomeadamente ao nível dos pavimentos);
- Objectivo 4: Transferência modal e aumento da taxa de ocupação dos veículos, recorrendo ao *road pricing*³¹, a políticas de estacionamento mais restritivas no centro das cidades, a incentivos à utilização dos transportes colectivos (melhorando a inter-

³⁰ Exemplos incluem o "Corredor Bus Intermitente" (que optimiza a utilidade e eficiência territorial das faixas BUS, alternando o seu estatuto entre faixa reservada ou de uso misto, dependendo da proximidade/presença de autocarros ou ausência dos mesmos, respectivamente) e os sistemas de regularização do fluxo de veículos (*ramp metering*, por exemplo) (Moura, 2009a).

³¹ Cobrança do espaço ocupado durante a fase móvel da utilização do automóvel e não apenas na fase imóvel (estacionamento) (Moura, 2009a).

modalidade, por exemplo) e ao aumento da ocupação dos veículos (pistas HOV, *carpooling*, etc);

- Objectivo 5: Reorganização/relocalização das actividades subjacentes à cadeia de mobilidade dos intervenientes no sistema de transportes, de modo a reduzir a distância média percorrida em cada viagem e substituir a necessidade de viajar (através do trabalho à distância e das compras na internet, apesar de, como foi referido na secção 2.2.5, poderem contribuir para o aumento do número de viagens de outro tipo).

De modo a demonstrar as vantagens associadas à implementação das estratégias, foi efectuada uma comparação entre as características de cada uma delas e os objectivos referidos (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Comparação entre as características das estratégias e os objectivos de mobilidade

	Creche no local de trabalho	Minibus	Pagamento de passes	Ridesharing	Teletrabalho
Objectivo 1	-	-	-	-	-
Objectivo 2	-	X	-	X	-
Objectivo 3	-	-	-	-	-
Objectivo 4	X	X	X	X	-
Objectivo 5	X	-	-	-	X

Nenhuma das estratégias propostas irá contribuir para que se possam alcançar os objectivos 1 e 3, já que não estão relacionadas com o aumento da eficiência dos sistemas produtivos a montante do sistema de transportes, com a promoção de políticas de reutilização, reciclagem e remanufactura e com o aumento da eficiência no uso dos veículos. A criação de circuitos de *minibus* fretados pela empresa ou de uma rede de *ridesharing* apresentam como vantagem o facto de contribuírem para que se possa atingir o objectivo 2, já que nessas deslocações podem ser utilizados veículos mais eficientes do ponto de vista do consumo energético.

O objectivo 4 constitui uma vantagem da implementação de quase todas as estratégias propostas, principalmente por estimularem a utilização do transporte colectivo ou por aumentarem a taxa de ocupação dos veículos durante a realização dos movimentos pendulares³². A implementação de uma creche no local de trabalho e a realização de teletrabalho são as únicas estratégias que contribuem para que se alcance o objectivo 5, na

³² A implementação de uma creche no local de trabalho também permitirá aumentar a taxa de ocupação dos veículos, na medida que a alteração de percurso levará a que o(s) filho(s) se desloque(m) para o local de trabalho com o colaborador.

medida que permitem, respectivamente, reduzir a distância média percorrida em cada viagem e substituir a necessidade de viajar.

4.1 Creche no local de trabalho

Nesta secção irá ser determinada a relação custo-eficácia associada à implementação de uma creche no local de trabalho. Numa fase inicial foi feita a caracterização dos agregados familiares³³ dos colaboradores incluídos no programa EcoFamílias Planet Me°, tendo sido recolhidas as seguintes informações: idade do colaborador, número de filhos (que vivem com o colaborador) e a respectiva idade. Os resultados obtidos estão presentes nas Figuras 4.1, 4.2 e 4.3.

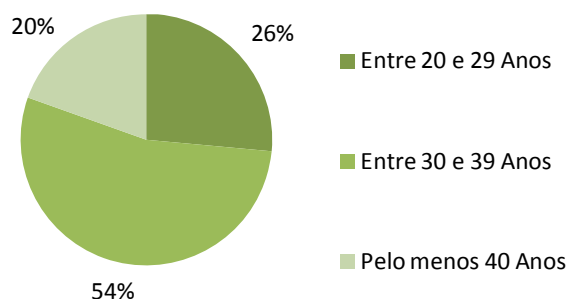


Figura 4.1 - Idade dos colaboradores incluídos no programa

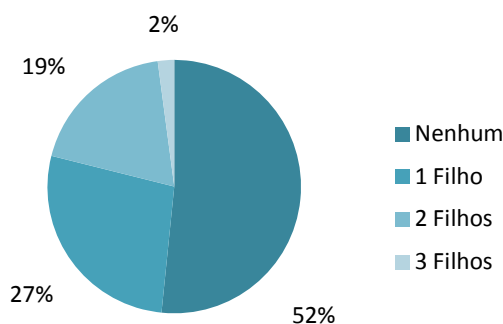


Figura 4.2 - Número de filhos por colaborador

³³ Não foi possível obter a totalidade ou parte dos dados relativos à caracterização do agregado familiar de 15 colaboradores.

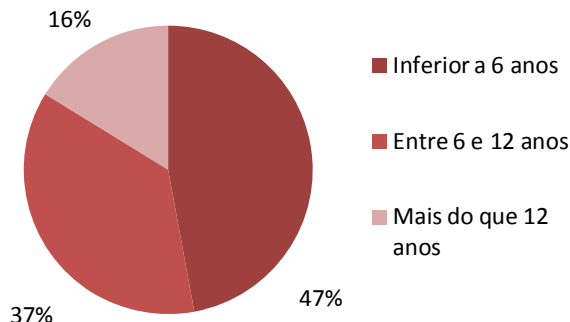


Figura 4.3 - Idade dos filhos dos colaboradores incluídos no programa

Da análise dos resultados obtidos, verifica-se que a maioria dos colaboradores tem entre 30 e 39 anos de idade, existindo também um número considerável com uma idade entre 20 e 29 anos. Verifica-se ainda que 52 % dos colaboradores não têm filhos (ou, pelo menos, não vivem com eles), existindo no extremo oposto dois colaboradores com três filhos cada. Relativamente à idade dos filhos, verifica-se que cerca de metade tem menos de 6 anos (32 crianças). Ressalva-se que 80 % dos trabalhadores têm menos de 40 anos e poderão vir a ter filhos. Faltaria fazer essa contabilização sondando essas famílias. Contudo, este é um assunto sensível que ficou fora do âmbito desta dissertação.

De seguida, determinou-se a diferença, em termos de emissões de CO₂, associada à alteração do percurso realizado pelos colaboradores nos seus movimentos pendulares. Na situação inicial os colaboradores identificados transportam os filhos para a creche e depois deslocam-se para o local de trabalho. A implementação de uma creche no local de trabalho teria como consequência a alteração do percurso do colaborador, ou seja, o colaborador passaria a deslocar-se directamente para o local de trabalho (nesta tese considerou-se apenas as deslocações em transporte individual, não tendo sido testada a transferência dessas deslocações para o transporte colectivo). Essa alteração de percurso terá como consequência uma redução das emissões de CO₂. Para atingir esse objectivo, procedeu-se da seguinte maneira:

- Identificou-se os colaboradores que tinham filhos com uma idade inferior a 6 anos e que eram transportados para a creche durante a realização do movimento pendular;
- Determinou-se as emissões de CO₂ associadas ao percurso alternativo para cada um dos colaboradores identificados no ponto anterior;

- Quantificou-se a diferença, em termos de emissões de CO₂, entre a situação inicial e a alternativa.

Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Reduções obtidas como resultado da implementação da estratégia

Local de Trabalho	Número de colaboradores ³⁴	Redução das emissões (kgCO ₂ .ano ⁻¹) ³⁵
Coimbra	1	36,96
Lisboa (Depot)	0	-
Lisboa (Head Office)	3	678,80
Porto	1	111,08
Total	5	826,84

Da análise dos resultados obtidos, verifica-se que o potencial de redução por colaborador é de cerca de 0,75 kgCO₂.dia⁻¹ (=826,84 kgCO₂.ano⁻¹ / 20 dias.mês⁻¹ / 11 meses.ano⁻¹ / 5 colaboradores), o que se aproxima da redução média obtida com as alternativas apresentadas no capítulo anterior. No entanto, as reduções globais associadas à implementação da estratégia são pouco significativas (constituindo cerca de 1% das emissões totais anuais), o que se explica pelo reduzido número de colaboradores identificados.

Em seguida, procedeu-se à determinação do custo total associado à implementação desta estratégia em cada local de trabalho, o que inclui a renovação e reequipamento de uma sala nas instalações da empresa, a contratação e pagamento de salários a educadores de infância e a auxiliares, entre outros.

Apresenta-se de seguida uma análise simplificada dos custos associados a uma creche (numa base de criança.dia equivalente) com um berçário (máximo de 8 bebés com espaço de 4m²/bebé, divididos entre sala de berços e sala parque) e uma sala mista (máximo de 15 crianças, com espaço de 2,5m²/criança). Segundo o Despacho Normativo n.º 99/89, publicado no Diário da República n.º 248/89, Série I, de 27 de Outubro de 1989, que aprova as Normas

³⁴ Dos 102 colaboradores abrangidos nos dois anos do programa EcoFamílias Planet Meº, apenas 30 tinham filhos com uma idade inferior a 6 anos. Desses 30 colaboradores, só 5 é que fizeram referência nas fichas de mobilidade ao transporte dos filhos para a escola, podendo por essa razão vir a usufruir no curto prazo da creche/infantário. Assim, as estimativas de potencial de ganho global desta medida são conservadoras, visto que na perspectiva maximalista seriam 6 vezes superior (correspondente aos 30 colaboradores potencialmente envolvidos).

³⁵ No âmbito da presente tese foram considerados 20 dias úteis por mês e 11 meses por ano.

Reguladoras das Condições de Instalação e Funcionamento das Creches com Fins Lucrativos, a creche deverá ter os seguintes indicadores de pessoal:

1. Um director técnico com preparação técnica adequada (que pode acumular com a função de educador);
2. Um educador de infância afecto a cada grupo de crianças a partir da aquisição da marcha;
3. Um elemento auxiliar do pessoal técnico para cada grupo de 10 crianças;
4. Um cozinheiro;
5. Empregados auxiliares, de acordo com a dimensão do estabelecimento.

A tabela seguinte apresenta a estimativa de custos associados à instalação e operação de uma creche com um berçário e uma sala mista de crianças até aos 5 anos de idade.

Tabela 4.3 - Custo médio estimado da creche/infantário por criança

Item	Quantidade	Custo Base	Custo mensal (€.mês ⁻¹)
Director técnico	1	1 500 €.pessoa ⁻¹ .mês ⁻¹	2 125
Educadores de infância ^a	1	1 200 €.pessoa ⁻¹ .mês ⁻¹	1 700
Elementos auxiliares ^b	3	750 €.pessoa ⁻¹ .mês ⁻¹	3 187,5
Cozinheiro	1	750 €.pessoa ⁻¹ .mês ⁻¹	1 062,5
Empregados auxiliares	2	500 €.pessoa ⁻¹ .mês ⁻¹	1 417
Custos de instalação ^c	1	30 000 €	500
Outros ^d	1	400 €.mês ⁻¹	400
Custos mensais da creche/infantário			10 392
Custos mensais / criança	23		452
Custos diários / criança	20		22,59

^a 1 por sala (o director acumula funções);

^b 1 para berçário e 2 para a sala mista;

^c Instalações, equipamentos e respectiva manutenção (assumiu-se um investimento de 30 000€ correspondente ao custo de construção de 200€/m² e uma área de 150 m² (≈ 8 crianças x 6m² + 15 crianças x 7m²), com um período de 5 anos, visto que subsequentemente teriam de ser contabilizados custos de remodelação mais difíceis de quantificar);

^d Gás, água, electricidade e comunicações (estimativa com base nos simuladores da DECO/Proteste);

Dividindo o custo total diário por criança pelas emissões reduzidas diariamente, é possível determinar a relação custo-eficácia associada à implementação desta estratégia. Admitindo que a maioria dos colaboradores levaria 1 criança para a creche/infantário, a relação custo-eficácia resultaria em 30€/kgCO₂ ($=22,59 \text{ €/dia}^{-1} / 0,75 \text{ kgCO}_2.\text{dia}^{-1}$), caso a TNT assumisse os custos totais da creche/infantário. Esta seria claramente uma forma de incentivo associada à mobilidade dos trabalhadores.

Após consulta de algumas creches/infantários (pertencentes à rede de Instituições Particulares de Solidariedade Social - IPSS), conclui-se que os pais das crianças pagam em regra mais de 300€ mensais (11 meses) sem direito a alimentação. Se considerarmos que a TNT cobraria uma parte desses custos, a relação custo-eficácia melhoraria em proporção da partilha de responsabilidades. Caso a parte para o colaborador (apenas com um filho) fosse 75%, a relação custo-eficácia seria 8€/kgCO₂, para 50% ficaria em 15€/kgCO₂, e para 25%, seria 23€/kgCO₂.

Ressalva-se que o investimento numa instalação deste tipo só seria justificado para o número de crianças assumido nas contas efectuadas (23). Caso a taxa de utilização fosse inferior, a relação custo-eficácia seria pior. Concluiu-se, da consulta aos colaboradores, que o número total de crianças elegível seria, no mínimo, igual a 5, ou seja, uma taxa de ocupação de 22% ($= 5/23 \times 100$). Assim, admitindo que a estrutura de custos da creche/infantário não seria alterada, e admitindo que os colaboradores não pagariam a creche, a relação custo-eficácia ficaria em 138€/kgCO₂, em vez de 30€/kgCO₂.

No entanto, o número máximo de crianças poderá aumentar até às 32 crianças (ver comentário relativo à Figura 4.3). Neste caso, seria necessário refazer as estimativas de custo, pois seria necessário adicionar mais uma sala e os recursos humanos correspondentes. Segundo as nossas estimativas, o balanço resultaria em custos totais de 13 963€/mês, aos quais equivaleriam 22€/dia/criança, resultando numa relação custo-eficácia de 29€/kgCO₂.

4.2 Minibus

O transporte de colaboradores em *minibus* fretados pela TNT foi outra das alternativas de mobilidade analisadas nesta tese. Numa fase inicial, definiu-se que só seriam abrangidos na análise os colaboradores que utilizavam exclusivamente o transporte individual nos movimentos pendulares. Foram assim identificados 71 colaboradores, distribuídos geograficamente pelos 4 locais de trabalho (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 - Número de colaboradores abrangidos na fase inicial de implementação da estratégia

Local de Trabalho	1º Ano	2º Ano	Total
Coimbra	1	3	4
Lisboa (Depot)	23	6	29
Lisboa (Head Office)	7	5	12
Porto	18	8	26
Total	49	22	71

Inicialmente foram consideradas as seguintes configurações para o esquema de transporte:

- A partir de um ponto central: Os colaboradores deslocam-se (indo a pé, se a distância percorrida não exceder os 500 metros, ou utilizando o seu veículo) para um ponto de encontro pré-definido³⁶ e são transportados num *minibus* até ao local de trabalho³⁷. No regresso a casa, os colaboradores são transportados para o ponto de encontro, seguindo depois cada um para as respectivas habitações;
- *Porta-a-porta*: Nesta configuração, são definidos circuitos de *minibus*, em que são recolhidos colaboradores à porta das suas residências e transportados para o local de trabalho. No regresso a casa, é efectuado o percurso inverso.

Foram também considerados os seguintes aspectos na implementação desta estratégia:

- Optimização do número de colaboradores em cada grupo³⁸;
- Definição da margem de manobra relativamente a atrasos dos colaboradores: Nesta tese considerou-se um período de espera máximo de 5 minutos por colaborador no caso do transporte *porta-a-porta* e de 15 minutos no caso do transporte a partir de um ponto central;

³⁶ Foram considerados apenas locais que se situassem a meio caminho entre as residências dos colaboradores de cada grupo e a TNT e onde fosse possível o estacionamento.

³⁷ Os colaboradores transportados terão de possuir um local e, se possível, um horário de trabalho coincidente (foram poucas as situações em que a segunda condição se verificou e, por essa razão, na análise desta estratégia e do *ridesharing*, privilegiou-se a formação de grupos que permitissem maximizar os benefícios associados às alternativas de mobilidade).

³⁸ Neste contexto, pode-se definir um grupo como um conjunto de colaboradores que residem relativamente próximos uns dos outros e que se deslocam para o mesmo local de trabalho no mesmo veículo (o conceito de grupo também irá ser aplicado no capítulo 4.4, relativo ao *ridesharing*). A dimensão de um grupo varia em função da lotação máxima do veículo utilizado no transporte, da distribuição geográfica das residências dos colaboradores e dos locais de trabalho e dos objectivos de mobilidade (apresentar a melhor relação custo-eficácia possível, tendo em conta aspectos como o tempo total de percurso).

- Tendo em conta as características desta estratégia, considerou-se que os colaboradores que transportavam membros do agregado familiar para a escola ou para o local de trabalho deixavam de o fazer (excepto nas situações que não envolvessem um desvio considerável do novo trajecto e só no caso do transporte a partir de um ponto central), passando a deslocar-se directamente para o ponto de encontro ou a esperar pelo *minibus* à porta da sua residência;
- Lotação máxima e consumos de combustível dos *minibus* utilizados no transporte: nesta análise foram considerados *minibus* com uma lotação máxima de 9 lugares, que incluem um condutor e 8 passageiros/colaboradores. Considerou-se também que o veículo utilizado era a gasóleo e apresentava os consumos presentes na Tabela AIII.7 (ver Anexo III).

Em seguida, procedeu-se ao agrupamento dos colaboradores tendo em conta os seguintes aspectos:

- A dimensão de cada grupo não poderá exceder o número máximo de colaboradores que podem ser transportados no veículo (8);
- Análise da distribuição geográfica das residências dos colaboradores e dos locais de trabalho, com o auxílio do Google Maps;
- Em relação às configurações analisadas para o esquema de transporte, considerou-se o percurso efectuado pelo *minibus* entre a TNT e o ponto de encontro (transporte a partir de um ponto central) e entre a TNT e a residência de cada um dos colaboradores (no caso da estratégia *porta-a-porta*);
- Tendo em conta que os *minibus* utilizados no transporte dos colaboradores de cada grupo possuem todas as mesmas características (tipo e consumo de combustível), sempre que surgir alguma dúvida relativa à inclusão de determinado colaborador num grupo ou noutro, serão efectuadas determinações das distâncias extra que serão percorridas em ambos os casos, para determinar a alternativa que apresentar um menor impacto ambiental, ou seja, em que a distância percorrida for menor.

Da análise da distribuição geográfica das residências dos colaboradores e dos locais de trabalho, resultou a exclusão de um colaborador de Lisboa (H13), que residia muito longe dos restantes e do local de trabalho. Outra conclusão que se pôde tirar dessa análise foi a inviabilidade da implementação da estratégia a partir de um ponto central, que se justifica pela

dificuldade na determinação de um ponto de encontro adequado em função da distribuição geográfica e do elevado número de colaboradores em cada grupo³⁹.

Tendo em conta o que foi referido no parágrafo anterior, considerou-se apenas a implementação da estratégia *porta-a-porta* a 70 colaboradores da TNT. Os dados relativos à dimensão, ao número de grupos e de *minibus* definidos para cada local de trabalho estão presentes na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Dimensões, número de grupos e de *minibus* considerados em cada local de trabalho

Local de Trabalho	Número de colaboradores por grupo					Total (grupos)	N.º de <i>minibus</i> considerados
	3	4	5	6	7		
Coimbra	0	1	0	0	0	1	1
Lisboa (Depot)	2	0	2	1	1	6	3
Lisboa (Head Office)	2	0	1	0	0	3	2
Porto	0	0	1	0	3	4	2
Total	4	1	4	1	4	14	8

Para minimizar o número de *minibus* utilizados na estratégia, assumiu-se que a TNT se compromete a que os trabalhadores possam chegar de forma faseada ao emprego e que os trabalhadores concordam com isso. Considerou-se também que cada *minibus* transportava um máximo de dois grupos em cada local de trabalho (2 circuitos de manhã e de tarde), de acordo com horários bem definidos (8h e 9h da manhã e 17h e 18h da tarde). Nas Figuras 4.4 e 4.5 estão representados por ordem numérica os percursos realizados por cada *minibus* no turno da manhã e da tarde, respectivamente (nos exemplos dados, e considerando os casos de *minibus* que transportam dois grupos de colaboradores para o local de trabalho em cada turno, as letras A, B e C indicam a localização das residências dos três membros de um grupo e D, E e F a localização das residências dos três membros do outro grupo).

³⁹ Verificaram-se bastantes casos em que a estratégia *porta-a-porta* era ideal, na medida que o percurso realizado pelo *minibus* era quase directo, não envolvendo desvios consideráveis de percurso. Por outro lado, ao procurar determinar um ponto de encontro para os colaboradores desses grupos, verificaram-se 2 situações distintas: o ponto de encontro ou era muito próximo do local de trabalho (não justificando por essa razão o aluguer do *minibus*) ou localizava-se a uma distância considerável do mesmo mas implicava que vários membros do grupo se deslocassem em sentido contrário ao normalmente realizado no trajecto de casa para o trabalho.

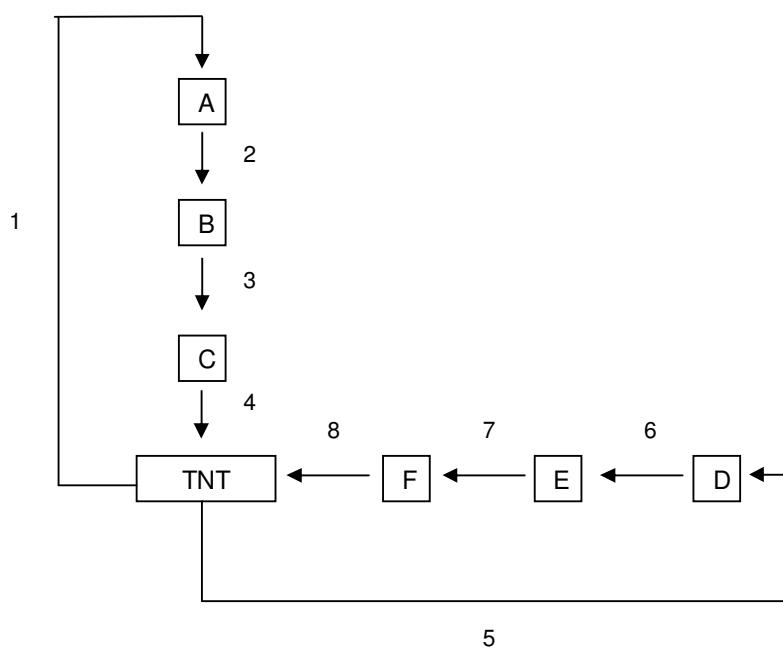


Figura 4.4 - Percurso efectuado por cada *minibus* transportando dois grupos durante o turno da manhã

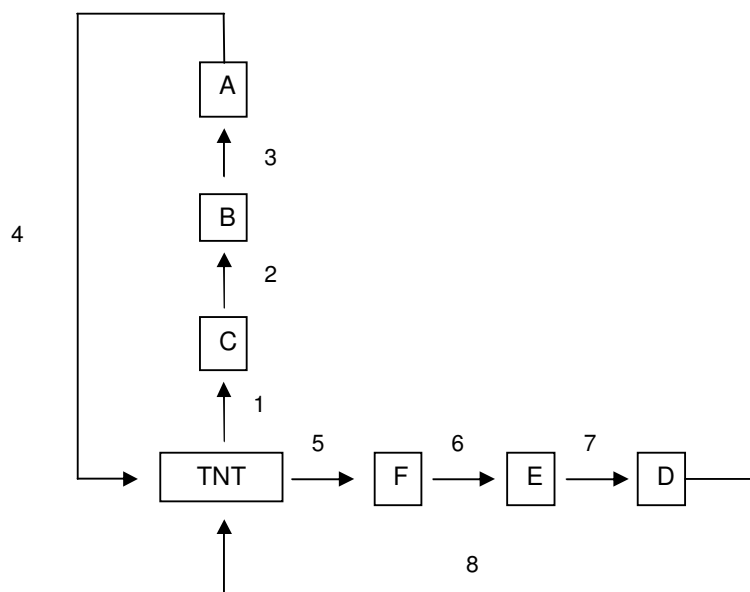


Figura 4.5 - Percurso efectuado por cada *minibus* transportando dois grupos durante o turno da tarde

Depois de se terem definido os grupos, o número de *minibus* e os percursos realizados, determinou-se os tempos totais (ida e volta), os custos e as emissões de CO₂ anuais associadas às alternativas de mobilidade propostas. A metodologia utilizada foi a seguinte:

- Determinação das distâncias e das durações associadas aos percursos diários (turnos da manhã e de tarde);
- Quantificação das emissões de CO₂ diárias utilizando os valores obtidos no ponto anterior, os consumos de combustível do *minibus*, os valores de referência de emissão e o valor unitário referido no capítulo 3.2.3;
- Determinação das durações e das emissões totais anuais associadas aos circuitos de *minibus*;
- Comparação entre a situação inicial e a implementação das alternativas de mobilidade.

Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Comparação entre a situação inicial e a implementação da estratégia

	Emissões Associadas (kgCO ₂ .ano ⁻¹)	Duração do percurso (minutos.ano ⁻¹)
Situação Inicial	84 911,8	1 045 000
Alternativa	110 769,5	534 182
Diferença	- 25 857,7	510 818

Da análise dos resultados obtidos verifica-se que a estratégia, tal como foi concebida, não é vantajosa, já que apresenta um impacte ambiental superior ao verificado na situação inicial. Como se pode constatar nas Figuras 4.4 e 4.5, o *minibus* não transporta qualquer colaborador em grande parte do percurso diário, o que contribui fortemente para a obtenção de um factor de emissão médio muito elevado (104,17 gCO₂/pkm) e para a inviabilidade desta estratégia.

4.3 Pagamento de passes

Outra das estratégias abordadas nesta tese foi o pagamento dos passes dos colaboradores por parte da entidade patronal, que teve por objectivo promover a transferência modal do transporte individual para o transporte colectivo. Para avaliar a relação custo-eficácia dessa estratégia, determinou-se o custo total associado ao pagamento de passes (que também incluiu os colaboradores para os quais não foi possível determinar uma alternativa de

mobilidade) e dividiu-se esse valor pelas emissões evitadas em função da alteração de percurso. Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Relação custo-eficácia por local de trabalho⁴⁰

Local de Trabalho	Custo dos passes (€/ano)	Emissões evitadas (kgCO ₂ /ano)	Relação custo-eficácia (€/kgCO ₂)
Coimbra	402,05	0,0	-
Lisboa (Depot)	18 769,85	17 784,67	1,06
Lisboa (Head Office)	12 796,85	13 420,24	0,95
Porto	5 558,85	10 712,36	0,52
Total	37 527,60	41 917,27	0,9

Da análise dos resultados obtidos, verifica-se que a estratégia em questão (o pagamento de passes) apresenta uma relação custo-eficácia de 0,9 €/kgCO₂, ou seja, a redução de 1 kgCO₂ emitido como resultado dos movimentos pendulares dos colaboradores custa à TNT 90 cêntimos. O custo total associado à implementação desta estratégia é de 37 527,6 €/ano. A Tabela 4.8 traduz a redução dos custos para os colaboradores como resultado da implementação da estratégia.

Tabela 4.8 - Redução dos custos para os trabalhadores

Local de Trabalho	Custos (Situação Inicial)	Custos (Situação Alternativa)	Custos (Pagamento dos Passes)
Coimbra	1 794,65	1 794,65	1 392,60
Lisboa (Depot)	86 340,59	31 128,80	12 358,95
Lisboa (Head Office)	50 676,34	18 024,19	5 227,34
Porto	32 528,10	9 122,85	3 564
Total	171 339,68	60 070,49	22 542,89

Dos 102 colaboradores incluídos no programa EcoFamílias Planet Me^o, a grande maioria utilizava unicamente o transporte individual (TI) na situação inicial (ver Figura 3.2). Na situação alternativa proposta um total de 80 colaboradores utilizariam o transporte colectivo (TC) ou o transporte colectivo e individual (TC+TI) nos movimentos pendulares, enquanto os restantes 22 continuariam a utilizar unicamente o transporte individual. Na análise desta estratégia, que

⁴⁰ Os valores relativos ao custo dos passes e às emissões evitadas estão presentes no anexo VI.

incide no pagamento de passes por parte da TNT, só foram considerados os custos associados às deslocações pendulares desses 80 colaboradores.

No capítulo 3 foram propostas 53 alternativas de mobilidade, isto é, 53 dos 80 colaboradores referidos anteriormente passariam a utilizar o transporte colectivo em pelo menos parte do movimento pendular na situação alternativa. Isto significa, portanto, que não foi possível determinar uma alternativa de mobilidade viável para os restantes 27, uma vez que já utilizavam o transporte colectivo na situação inicial. A diferença entre os valores presentes na primeira coluna e os na segunda coluna da Tabela 4.8 resultou assim da transferência modal proposta no programa EcoFamílias Planet Me⁹.

Como foi referido anteriormente, os 80 colaboradores utilizariam o transporte colectivo ou o transporte colectivo e individual nos movimentos pendulares. Considerando que a TNT iria pagar a totalidade dos passes utilizados na situação alternativa (incluindo os 27 colaboradores que não foi possível transferir para um modo de transporte mais eficiente), a única despesa dos colaboradores seria a relativa à utilização do transporte individual em parte do movimento pendular.

Assim se explicam as reduções bastante consideráveis que seriam obtidas com a implementação desta estratégia e que atingem cerca de 90 % no caso dos colaboradores que trabalham no Porto e no Head Office. No extremo oposto, com 22,4 % de redução, encontra-se o único colaborador que trabalha em Coimbra incluído nesta análise, para o qual não foi possível determinar uma alternativa de mobilidade viável.

4.4 Ridesharing

Nesta secção irá ser determinada a relação custo-eficácia associada à implementação de *ridesharing* (em particular, do *carpooling*⁴¹) entre os colaboradores da TNT. Numa fase inicial, e à semelhança do que se verificou no caso do transporte dos colaboradores em *minibus*, definiu-se que só seriam abrangidos na análise os colaboradores que utilizavam exclusivamente o transporte individual nos movimentos pendulares. Foram assim identificados 71 colaboradores, distribuídos geograficamente pelos 4 locais de trabalho (Tabela 4.9).

⁴¹ A definição de *carpooling* está presente no capítulo 2.2.4.

Tabela 4.9 - Número de colaboradores abrangidos na implementação da estratégia

Local de Trabalho	1º Ano	2º Ano	Total
Coimbra	1	3	4
Lisboa (Depot)	23	6	29
Lisboa (Head Office)	7	5	12
Porto	18	8	26
Total	49	22	71

O agrupamento⁴² dos colaboradores foi efectuado de acordo com os seguintes critérios:

- Permuta de condutores e respectivos veículos: Nesta tese definiu-se que os colaboradores iriam alternar entre o estatuto de condutor e de passageiro (num sistema rotativo), já que reduz a necessidade de realizar transacções financeiras e de determinar quem irá ser o condutor em determinado dia. Definiu-se também que o veículo utilizado será sempre aquele que é propriedade do condutor (Correia, 2009);
- Local e horário de trabalho coincidentes⁴³;
- Número de colaboradores em cada grupo: Um dos aspectos mais importantes na definição do número de colaboradores em cada grupo de *carpool* é a lotação dos veículos⁴⁴, tendo em conta o que foi referido relativamente à permuta de condutores. O número máximo de colaboradores em cada grupo será assim igual à lotação do veículo mais pequeno pertencente a um dos seus membros (Correia, 2009). No âmbito desta tese, foram considerados grupos constituídos por 2 a 4 colaboradores⁴⁵;
- Proximidade das residências dos colaboradores: Os grupos de *carpool* terão de ser constituídos por colaboradores que residam próximos uns dos outros, de modo a maximizar os benefícios (em termos de tempo dispendido, de custo e de emissões de CO₂) associados à alternativa de mobilidade proposta;
- Distância máxima percorrida a pé: Nesta tese considerou-se uma distância máxima de 500 metros nos percursos a pé realizados pelos colaboradores durante o movimento pendular;

⁴² O conceito de grupo está presente no capítulo 4.2.

⁴³ Como foi referido no capítulo 4.2, foram poucas as situações em que os horários de trabalho dos colaboradores coincidiram. Por essa razão, privilegiou-se a formação de grupos que permitissem maximizar os benefícios associados à implementação do *ridesharing*.

⁴⁴ Não foi possível obter a marca e o modelo dos veículos utilizados por 6 dos 71 colaboradores abrangidos nesta análise e, consequentemente, a sua lotação (considerou-se que os veículos em questão possuíam uma lotação igual ou inferior a 5 pessoas).

⁴⁵ Todos os veículos analisados possuíam uma lotação igual ou inferior a 5 pessoas. Considerou-se que a lotação máxima (5 pessoas) era excessiva e tornava a viagem menos confortável para os colaboradores sentados nos bancos de trás do veículo.

- Número de dias por semana: Considerou-se que os colaboradores realizavam *ridesharing* em todos os dias úteis da semana;
- Determinação da margem de manobra relativamente a atrasos dos colaboradores: Nesta tese considerou-se um período de espera máximo de 10 minutos;
- Definiu-se também que os colaboradores que transportavam membros do agregado familiar para a escola ou para o local de trabalho poderiam continuar a fazê-lo desde que isso não envolvesse um desvio considerável do novo trajecto e que houvesse lugar para o acompanhante no veículo⁴⁶.

Foram analisadas várias configurações para o esquema de transporte proposto nesta secção (Figura 4.6).

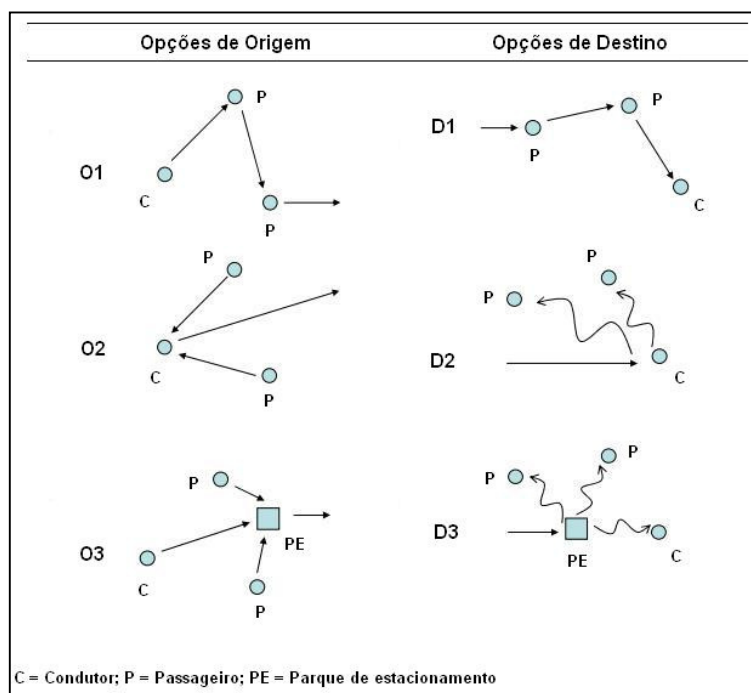


Figura 4.6 - Configurações possíveis do esquema de transporte proposto (Adaptado de Correia, 2009)

A configuração testada nesta tese foi a O3-D3, que considera que os colaboradores com o estatuto de passageiro deslocam-se (indo a pé, se a distância percorrida não exceder os 500 metros, ou utilizando o seu veículo) para um parque de estacionamento (ou um local onde o estacionamento seja possível), onde se encontram com o colaborador que possui o estatuto de condutor. Em seguida, os membros do grupo irão deslocar-se para o local de trabalho

⁴⁶ Uma das estratégias que pode ser adoptada para minimizar essa situação era o de as crianças serem transportadas num autocarro escolar para o respectivo estabelecimento de ensino.

utilizando o veículo do condutor. No regresso a casa, os passageiros são transportados para o mesmo local onde se encontraram com o condutor, seguindo depois cada um para as respectivas habitações.

Depois de se ter definido os critérios utilizados no agrupamento dos colaboradores e de se ter seleccionado uma configuração para o esquema de transporte, procedeu-se à análise da distribuição geográfica das residências dos colaboradores e dos locais de trabalho (como foi referido na secção 3.2.2, esses dados foram introduzidos no Google Maps). Dessa análise resultou a exclusão de 15 colaboradores⁴⁷ (todos os que trabalhavam em Coimbra e 11 dos colaboradores de Lisboa). O número total de colaboradores analisados foi assim de 56. Em seguida, e com o auxílio do Google Maps, procedeu-se ao agrupamento dos colaboradores, estando os resultados obtidos presentes na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 - Dimensões e número de grupos obtidos em cada local de trabalho

Local de Trabalho	Número de colaboradores por grupo			Total (grupos)
	2	3	4	
Lisboa (Depot)	3	3	2	8
Lisboa (Head Office)	0	1	1	2
Porto	2	2	4	8
Total	5	6	7	18

Da análise da Tabela 4.10, verifica-se que foi possível obter um maior número de grupos para os colaboradores que trabalham no Depot e no Porto (8), o que se explica facilmente pelo facto de em ambos os locais trabalharem mais do dobro dos colaboradores do Head Office (ver Tabela 4.9). Outro aspecto que é importante realçar é o elevado número de grupos constituídos apenas por 2 ou 3 colaboradores (11 de um total de 18), o que realça a dificuldade associada à formação de grupos de *ridesharing*⁴⁸.

⁴⁷ Os colaboradores de Coimbra foram excluídos por duas razões: pelo reduzido número (4) e pelo facto de residirem a uma distância bastante considerável uns dos outros e do local de trabalho, o que tornava inviável a implementação do *ridesharing*. Não foi possível obter um grupo para os restantes 11, já que estes ou residiam num local muito próximo do emprego ou muito longe dos restantes colaboradores.

⁴⁸ A situação ideal seria, naturalmente, que todos os grupos fossem constituídos pelo número máximo de colaboradores definidos (4). Contudo, tal não foi possível por duas razões: lotação máxima dos veículos analisados (um dos colaboradores possuía um Smart ForTwo e, por essa razão, só poderia formar um grupo com mais um colega de trabalho) e, sobretudo, em função da distribuição geográfica das residências e dos locais de trabalho.

Depois de se terem definido os grupos, determinou-se os tempos totais (ida e volta), os custos e as emissões de CO₂ anuais associadas às alternativas de mobilidade propostas. A metodologia utilizada foi a seguinte:

- Utilizando o Google Maps, determinou-se os pontos de encontro para cada grupo⁴⁹. Essa ferramenta também permitiu quantificar as distâncias e durações associadas aos percursos realizados entre a residência de cada colaborador e o ponto de encontro e entre este último e o local de trabalho (ida e volta);
- Em seguida, procedeu-se à quantificação dos custos e das emissões de CO₂ associadas a cada percurso, utilizando os valores obtidos no ponto anterior, os consumos de cada veículo, os valores de referência de emissão e o valor unitário referido no capítulo 3.2.3;
- Determinação das durações, dos custos e das emissões totais associadas a cada permuta⁵⁰ para todos os grupos considerados;
- Determinação das durações, dos custos e das emissões totais anuais associadas aos movimentos pendulares de cada grupo de colaboradores⁵¹;
- Comparação entre a situação inicial e a implementação das alternativas de mobilidade.

A comparação entre a situação inicial e a implementação da estratégia, em termos de redução das emissões e do tempo de percurso, está presente na Tabela 4.11.

Tabela 4.11 - Comparação entre a situação inicial e a implementação de *ridesharing*

	Emissões Associadas (kgCO ₂ .ano ⁻¹)	Duração do percurso (minutos.ano ⁻¹)
Situação Inicial	70 230,96	850 520
Alternativa	34 292,58	537 680
Diferença	35 938,38	312 840

⁴⁹ As características do ponto de encontro estão presentes no capítulo 4.2.

⁵⁰ O número de situações diferentes em cada grupo será igual ao número total de colaboradores nesse mesmo grupo. Pode-se dar o exemplo de um grupo constituído por dois colaboradores: na primeira situação (primeiro dia), o colaborador A possui o estatuto de condutor (efectuando o percurso casa - ponto de encontro - local de trabalho - ponto de encontro - casa) e o colaborador B o de passageiro (efectuando o percurso casa - ponto de encontro - casa); na segunda situação (segundo dia), acontece o inverso.

⁵¹ A permuta diária do estatuto de condutor tem como consequência a ocorrência de um elevado número de ciclos em cada ano, em que um ciclo corresponde ao número de dias necessários para que todos os membros de um grupo possuam o estatuto de condutor. Utilizando novamente o exemplo de um grupo constituído por dois colaboradores, e considerando 220 dias úteis por ano (20 dias úteis por mês e 11 meses por ano), obtém-se um total de 110 ciclos anuais. Multiplicando as durações, as distâncias (para poder calcular os custos) e as emissões totais de CO₂ em cada ciclo por 110, obtém-se os valores anuais.

Da análise dos resultados obtidos pode-se concluir que a implementação do *ridesharing* pelos colaboradores da TNT permitirá uma redução de 51 % nas emissões de CO₂ anuais e de cerca de 37 % no tempo anual dispendido nos movimentos pendulares. Relativamente aos custos associados, e considerando diferentes percentagens de pagamento por parte da TNT, obtiveram-se os resultados presentes na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 - Custos suportados pela TNT e associados à implementação da estratégia

Percentagem suportada pela TNT	Custos (euros.ano ⁻¹)
100 %	66 450,78
75 %	49 838,09
50 %	33 225,39
25 %	16 612,7

Dividindo os valores obtidos na Tabela 4.12 pelas emissões reduzidas em função da implementação da estratégia, obteve-se os resultados presentes na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 - Relações custo-eficácia associadas à implementação da estratégia

Percentagem suportada pela TNT	Relação custo-eficácia (€/kgCO ₂)
100 %	1,85
75 %	1,39
50 %	0,92
25 %	0,46

Da análise dos resultados obtidos, verifica-se que a estratégia em questão (a implementação do *ridesharing*) apresenta uma relação custo-eficácia que varia entre os 0,46 e os 1,85€/kgCO₂, ou seja, a redução de 1 kgCO₂ emitido como resultado dos movimentos pendulares dos colaboradores custa à TNT entre 46 centimos e 1,85 euros, dependendo da percentagem dos custos que a empresa decidir suportar.

4.5 Teletrabalho

O teletrabalho foi outra das estratégias analisadas nesta tese. Para se quantificar a relação custo-eficácia associada a esta estratégia, foi necessário, em primeiro lugar, determinar quantos colaboradores possuíam uma função que lhes permitisse trabalhar em casa. Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 4.14.

Tabela 4.14 - Número de colaboradores que podem realizar teletrabalho (TNT, 2010)

Local de Trabalho	1º Ano	2º Ano	Total
Coimbra	0	0	0
Lisboa (Depot)	1	0	1
Lisboa (Head Office)	1	5	6
Porto	0	1	1
Total	2	6	8

Na Tabela 4.15 são apresentadas as reduções anuais obtidas em função do número de dias por semana que os colaboradores trabalhem em casa. A metodologia utilizada foi a seguinte:

- Quantificação das emissões anuais associadas a cada um dos colaboradores identificados;
- Se os colaboradores trabalhassem em casa 5 dias úteis por semana não necessitariam de se deslocar ao local de trabalho, ou seja, deixariam de realizar os movimentos pendulares. Assim sendo, o impacto ambiental associado aos mesmos seria nulo e as reduções obtidas seriam iguais às emissões anuais correspondentes;
- Relativamente às restantes situações, as reduções apresentadas foram obtidas com base na percentagem de dias úteis da semana em que os colaboradores iriam trabalhar em casa (se um colaborador trabalhar 1 dia por semana em casa, então irá reduzir os movimentos pendulares e as emissões de CO₂ semanais em 20 %).

Tabela 4.15 - Redução anual das emissões de CO₂ em função do número de dias por semana em que os colaboradores realizam teletrabalho

Local de Trabalho	Redução das emissões (kgCO ₂ .ano ⁻¹) - Dias				
	1	2	3	4	5
Coimbra	-	-	-	-	-
Lisboa (Depot)	48	96	144	192	240
Lisboa (Head Office)	1 030	2 060	3 090	4 120	5 150
Porto	152	305	457	610	762
Total	1 230	2 461	3 692	4 922	6 153

Em seguida, foi efectuada uma estimativa por cima dos custos associados à implementação desta estratégia por colaborador, que incluem a aquisição de um portátil, de um scanner e de uma ligação à internet em banda larga⁵². Essa estimativa baseou-se na determinação do preço médio de diversos modelos de portáteis e de scanners à venda no mercado e do acesso à internet em banda larga em diferentes empresas. Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 - Custo médio anual por colaborador

Tipo de investimento	Custo médio (€.ano ⁻¹ .colaborador ⁻¹)
Computador Portátil	168,02 ^a
Scanner	25 ^b
Acesso à Internet em banda larga	360 ^c
Total	553,02

^a Considerando um ciclo de vida médio de 4 anos e uma taxa de juro de 4% (Séneca, 2008; FNAC, 2010).

^b Fonte: FNAC, 2011

^c Valor médio mensal (30€) obtido a partir do simulador de tarifários da ANACOM (www.anacom.pt) para o seguinte perfil de utilizador: fibra óptica, utilizador diário com 24h/dia online, utilização intensiva da internet.

⁵² Na determinação dos custos não foram considerados os consumos de electricidade resultantes da utilização do portátil, do scanner e do aquecimento/arrefecimento da habitação do colaborador.

Multiplicando o custo médio anual por colaborador pelo número total de colaboradores que podem realizar teletrabalho (ver Tabela 4.14), obteve-se o custo total associado à implementação desta estratégia (Tabela 4.17).

Tabela 4.17 - Custo total associado à implementação da estratégia

Local de Trabalho	Número de colaboradores	Custo total (€.ano ⁻¹)
Coimbra	-	-
Lisboa (Depot)	1	553,02
Lisboa (Head Office)	6	3318,12
Porto	1	553,02
Total	8	4424,16

Dividindo o custo total anual por local de trabalho pelas emissões reduzidas em função do número de dias por semana na qual os colaboradores iriam trabalhar em casa (Tabela 4.15), foi possível determinar as relações custo-eficácia associadas à implementação desta estratégia. Os resultados obtidos estão presentes na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 - Relação custo-eficácia em função do número de dias que os colaboradores realizam teletrabalho

Local de Trabalho	Relação custo-eficácia (€/kgCO ₂) - Dias				
	1	2	3	4	5
Coimbra	-	-	-	-	-
Lisboa (Depot)	11,5	5,8	3,8	2,9	2,3
Lisboa (Head Office)	3,2	1,6	1,1	0,8	0,6
Porto	3,6	1,8	1,2	0,9	0,7
Total	3,6	1,8	1,2	0,9	0,7

Globalmente, conclui-se que o custo-eficácia desta medida varia entre 0,7 e 3,6€/kgCO₂, dependendo essencialmente do número de dias em que os trabalhadores ficam a trabalhar remotamente a partir de casa, evitando as respectivas emissões.

4.6 Análise dos resultados obtidos

A Tabela 4.19 resume os resultados obtidos decorrentes da implementação das 4 estratégias (excluiu-se o *minibus* por apresentar um impacto ambiental superior ao verificado na situação inicial).

Tabela 4.19 - Relações custo-eficácia das estratégias analisadas

Estratégias	Redução das emissões (kgCO ₂ .ano ⁻¹)	Relação custo-eficácia (€/kgCO ₂)		
		Mínimo	Máximo	Valor Intermédio
1 Creche no local de trabalho	827	8	30	19
2 Pagamento de passes	41 917	-	-	0,9
3 <i>Ridesharing</i>	35 938	0,46	1,85	1,16 ^{a)}
4 Teletrabalho	6 153 ^{b)}	0,7	3,6	2,16

a) Os valores mínimo e máximo dizem respeito aos cenários em que a TNT paga, respectivamente, 25 e 100 % dos custos associados à estratégia;

b) Corresponde ao valor máximo das reduções associadas à implementação da estratégia, que estão dependentes do número de dias por semana em que os colaboradores realizam teletrabalho.

Da informação contida na tabela anterior, ressalta a ordem pela qual se deve priorizar a implementação das estratégias numa lógica de custo-eficácia (ver Figura 4.7). Contudo, deverá também ter-se em linha de conta o valor máximo absoluto de redução das emissões de CO₂ obtido com cada estratégia (ver Figura 4.8).

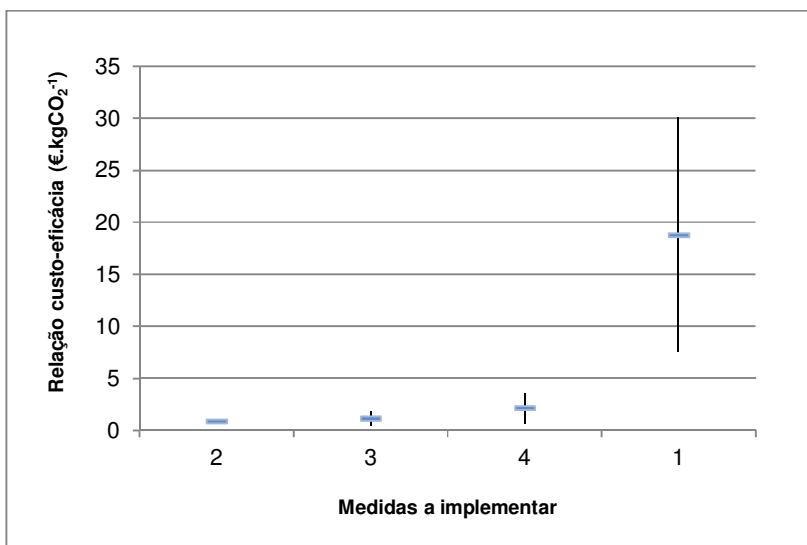


Figura 4.7- Relação custo-eficácia das estratégias analisadas

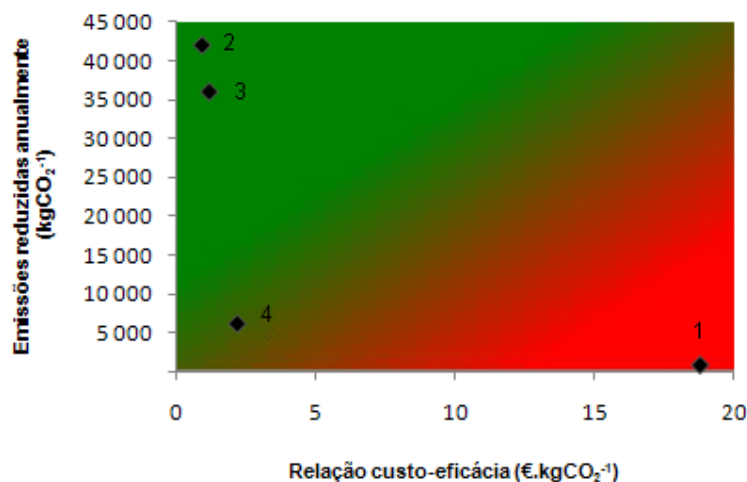


Figura 4.8 - Relação custo-eficácia das medidas testadas para a TNT com redução absoluta de CO₂

Da análise da figura anterior resulta que a relação mais interessante para se maximizar a redução de emissões a menor custo estará mais próxima do canto superior esquerdo (máxima redução ao menor custo). No extremo oposto, a relação menos interessante estará mais próxima do canto inferior direito. Desta maneira, será possível aos decisores decidir qual o programa (sequência) de medidas a implementar no seu plano de mobilidade empresarial. Tendo em conta os resultados obtidos, a sequência de estratégias mais interessante será a seguinte:

- 2 - Pagamento de passes;
- 3 - Promover o *Ridesharing*, considerando os pressupostos assumidos no exercício que estimou esta relação custo-eficácia (caso a comparticipação da TNT nos custos de utilização dos veículos fosse inferior, a ordem de medidas sofreria uma alteração);
- 4 - Teletrabalho;
- 1 - Creche no local de trabalho.

Da consulta do *site* especializado no Mercado de Carbono *PointCarbon* (www.pointcarbon.com, consultado em 7 de Setembro de 2011), verifica-se que a tonelada de carbono tem um preço actual que ronda os 10 € que, a prazo, pode ascender a 30€. Tomando este valor como referência fidedigna (apesar de reconhecermos poderem haver outros valores definidos noutros contextos), verifica-se com os resultados obtidos que os custos estimados para as estratégias analisadas são superiores em uma ordem de magnitude ao preço do carbono. Resulta que estas medidas não são custo-eficaz, nesta perspectiva, na medida em que os benefícios monetarizados da redução do carbono não compensam os custos da implementação da estratégia. Contudo, nota-se que nesta análise não se incluem os benefícios associados à

redução de outras externalidades da mobilidade pendular, designadamente a redução do tempo perdido, do ruído, de outros poluentes atmosféricos e da sinistralidade.

5 Conclusões

A melhoria da qualidade de vida e o aumento do desenvolvimento económico e social têm impulsionado as sociedades modernas a consumir cada vez mais energia e a emitir cada vez mais gases com efeito de estufa. O aumento gradual da concentração desses gases na atmosfera tem levado à ocorrência de alterações climáticas a nível global, cujas consequências a longo prazo são bastante preocupantes.

Um dos principais responsáveis pela situação actual é o sector dos transportes, que representa cerca de um terço do consumo final de energia dos países membros da EEA e é responsável por mais de um quinto das emissões de gases com efeito de estufa e por grande parte da poluição atmosférica. Perante o cenário actual de insustentabilidade, reveste-se de particular importância a determinação de estratégias que permitam aumentar a eficiência nesse sector.

Numa primeira fase da elaboração desta tese, foi necessário efectuar uma revisão bibliográfica dos conceitos relevantes para a temática abordada (Capítulo 2), tais como movimento pendular, mobilidade sustentável, passageiro-quilómetro, cadeia de viagens e planos de mobilidade empresarial. Em seguida, foi efectuada uma análise de um conjunto de estratégias, que incidem em instrumentos de gestão da procura de transportes, com o intuito de determinar a sua eficácia na redução dos impactes ambientais associados a esse sector.

No capítulo 3 foi abordado um caso de estudo que incidiu nas deslocações pendulares de trabalhadores de uma empresa de transporte expresso (TNT), inserido no programa EcoFamílias Planet Me°. Foi efectuada uma caracterização da empresa, descrita a metodologia utilizada na quantificação das emissões de CO₂ associadas à situação inicial e apresentados os resultados obtidos.

Nesse programa, foram também testadas alternativas de mobilidade mais sustentáveis, que consistiram essencialmente na transferência para modos de transporte mais eficientes (transportes colectivos). A implementação dessas alternativas de mobilidade por parte dos trabalhadores da empresa teria como consequência a redução diária das emissões de CO₂ em cerca de 39% e dos custos anuais em cerca de 111 mil euros.

Numa fase posterior do programa, verificou-se, através da realização de questionários, que nenhum dos colaboradores tinha implementado as alternativas propostas. Esse resultado evidenciou a grande rigidez associada aos movimentos pendulares, cujas causas foram analisadas no capítulo 2.

Verifica-se que, apesar de se obterem poupanças para os colaboradores (ver conclusões na secção 3.5), as perdas de flexibilidade e liberdade associadas ao automóvel não compensam essas poupanças. Por outro lado, também evidencia que é fundamental definir uma política de incentivos à mudança de comportamento dos colaboradores. Essa política é da responsabilidade da administração da empresa que deverá traduzir-se necessariamente num investimento financeiro e organizacional que permita obter os resultados pretendidos.

No capítulo 4, foram aplicadas as estratégias analisadas anteriormente ao caso de estudo, com o intuito de determinar a sequência mais interessante de modo a maximizar a redução de emissões de CO₂ a um menor custo. Através dessa análise, foi excluída a criação de circuitos realizados em *minibus* por apresentar um impacte ambiental superior ao verificado na situação inicial.

Determinou-se também que a estratégia mais eficaz, tendo em conta os objectivos definidos, foi o pagamento dos passes por parte da TNT, já que não só apresentava a melhor relação custo-eficácia como também iria contribuir para a maior redução de emissões de CO₂ de todas as estratégias analisadas. Seguiam-se a promoção do *ridesharing* (desde que assumindo os pressupostos de partilha de custos pela TNT da utilização partilhada dos veículos dos colaboradores) e do teletrabalho (assumindo igualmente os pressupostos do exercício efectuado nesta dissertação).

Por último, a medida com maior relação custo-eficácia é a construção da creche. Contudo, o exercício assumiu que os colaboradores não alterariam o seu modo, permanecendo no TI. Ora, esta medida poderia levar a que os colaboradores considerassem levar os filhos em TC até à TNT, visto que fariam menos uma etapa ou menos transbordos na cadeia de viagens matinal.

Por outro lado, uma análise mais completa desta medida teria incluído uma projecção demográfica para testar se a prazo poderiam ser abrangidos mais colaboradores, que entretanto teriam tido filhos (mas que à data dos questionários ainda não os tinham). Com esta análise mais completa, a relação custo-eficácia da medida seria possivelmente mais interessante. Contudo, não se espera que a diferença actual pudesse ser esbatida ao ponto de se alterar a ordem das medidas testadas. Finalmente, outras medidas poderiam ser adicionadas a este conjunto. Fica nesta dissertação a metodologia a seguir caso se pretenda alargar o conjunto de medidas a implementar.

Globalmente, conclui-se que os planos de mobilidade empresarial podem contribuir para uma mobilidade mais sustentável através da redução das emissões carbónicas, minimizando assim os efeitos negativos das alterações climáticas. Para meros efeitos de comparação e tendo em conta que o custo do CO₂ no comércio europeu de licenças de emissão ronda os 30 euros por

tonelada, conclui-se que os benefícios da redução de carbono neste caso (não contabilizando outras externalidades associadas à mobilidade pendular) são inferiores em uma ordem de magnitude aos respectivos custos.

Outro aspecto que é importante realçar diz respeito às limitações desta tese, que estão relacionadas sobretudo com a aplicação do Google Maps e dos simuladores agregados de percurso (Itinerarium, no caso do Porto e Transporlis, no caso de Lisboa):

- Poder-se-ia ter recorrido a um programa informático que optimizasse os percursos considerados na análise das estratégias, contribuindo assim para a obtenção de durações, custos e emissões mais vantajosos;
- Existe uma margem de erro associada às durações dos percursos obtidos nos simuladores agregados de percurso e nas páginas oficiais das diversas empresas transportadoras (no caso do transporte colectivo), assim como no Google Maps (no caso do transporte individual e em particular na situação alternativa proposta no programa EcoFamílias Planet Me[®]);
- Existe uma margem de erro associada às distâncias dos percursos obtidos no Google Maps no caso do transporte individual (além dos percursos considerados poderem não corresponder aos realizados pelos colaboradores no movimento pendular, não foi fornecida informação precisa sobre a localização das creches e escolas frequentadas pelos filhos dos colaboradores) e do transporte colectivo (as informações sobre os percursos das carreiras dos autocarros eram pouco precisas). É importante também referir que, no caso dos metropolitanos de Lisboa e do Porto e tendo em conta que não foi possível obter essa informação, foram divididas as distâncias totais de cada linha pelo número de estações na mesma, de modo a obter a distância associada a cada troço.

Bibliografia

ALVES, B. (2008) Gestão da Mobilidade Empresarial. E.Value, http://www.evalue.pt/30/bernardo_alves_e.value.pdf

ANACOM (2011) O que é o COM.escolha. Autoridade Nacional de Comunicações, <http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=341307>

APA (2009a) Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (CQNUAC) e Protocolo de Quioto. Agência Portuguesa do Ambiente, <http://www.apambiente.pt/instrumentos/convencoesacordosmultilaterais/protocolodequioto/paginas/default.aspx>

APA (2009b) Comércio Europeu de Licenças de Emissão. Agência Portuguesa do Ambiente, <http://www.apambiente.pt/Instrumentos/CELE/Paginas/default.aspx>

APA (2011) Inventário Nacional (INERPA). Agência Portuguesa do Ambiente, <http://www.apambiente.pt/politicasambiente/Ar/InventarioNacional/Paginas/default.aspx>

BCSD PORTUGAL (2005) Mobilidade urbana sustentável. BCSD Portugal, <http://www.bcsdportugal.org/files/600.pdf>

BP (2008), <http://www.bp.com/home.do?categoryId=5700>

CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA (2005), Lisboa: desafio da mobilidade, pela TIS.pt, para a Câmara Municipal de Lisboa, Licenciamento Urbanístico e Planeamento Urbano, Julho de 2005, <http://ulisses.cm-lisboa.pt/data/002/002/pdf/mobilidade.pdf>

CÂMARA MUNICIPAL DO BARREIRO et al. (2008) Manual de Metodologia e boas práticas para a elaboração de um Plano de Mobilidade Sustentável, Março de 2008, http://www.cm-barreiro.pt/NR/rdonlyres/315BD4FA-9185-4AA6-8B64F09188549702/0/ManualdeMetodologias eBoasPraticasparaaElabora%C3%A7%C3%A3o de um Plano de Mobilidade Sustentavel_TRAMO6.pdf

CCDR-LVT (2006) Planos e Programas para a melhoria da qualidade do ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo. Comissão de Coordenação Regional de Lisboa e Vale do Tejo, Lisboa, <http://www.ccdr-lvt.pt/content/index.php?action=detailfo&rec=829&t=Planos-e-Programas-para-a-melhoria-da-qualidade-do-ar-na-Regiao-de-Lisboa-e-Vale-do-Tejo---EDICAO-REVISTA>

CORREIA, G. (2009) Carpooling and Carpool Clubs: Clarifying Concepts and Assessing Value Enhancement Possibilities. PhD dissertation in Transportation. Instituto Superior Técnico.

DECO/PROTESTE (2011), Simuladores, <http://www.deco.proteste.pt/simuladores-p31681.htm>

DGEG (2008 e 2009) Preço de Combustíveis Online. Direcção-Geral de Energia e Geologia, <http://www.precoscombustiveis.dgge.pt/>

EEA (2007a) Sobre as alterações climáticas. Agência Europeia do Ambiente, <http://www.eea.europa.eu/pt/themes/climate/about-climate-change>

EEA (2007b) Europe's environment - The fourth assessment. Agência Europeia do Ambiente, Copenhaga, http://www.eea.europa.eu/publications/state_of_environment_report_2007_1/Belgrade_EN_all_chapters_incl_cover.pdf

EEA (2008) Climate for a transport change. Agência Europeia do Ambiente, Copenhaga, http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_1/at_download/file

EEA (2009), Sobre os transportes. Agência Europeia do Ambiente, <http://www.eea.europa.eu/pt/themes/transport/about-transport>

GALP (2009a), Comboios Fast. Galp Energia, http://press.galpenergia.com/galpmedia/vpt/comunicados/campanhas/comboios_fast/comboios_fast.htm

GALP (2009b) Emissões de CO₂. Galp Energia, <http://www.galpenergia.com/galp+energia/portugues/a+galp+energia/o+ambiente+qualidade+e+seguranca/seguranca+saude+e+ambiente/emissoes-co2/emissoes-co2-produto.htm>

HENDERSON, D.K. e MOKHTARIAN, P.L. (1996) Impacts of Center-Based Telecommuting on Travel and Emissions: Analysis of the Puget Sound Demonstration Project. *Transportation Research D*, Vol. 1, No. 1, pp. 29-45

HERRING, H. (1998) Does Energy Efficiency Save Energy: The Implications of accepting the Khazzoom-Brookes Postulate, EERU, the Open University, <http://www.dse.ec.unipi.it/persona/docenti/luzzati/italiano/didattica/herringefficiency.pdf>

IMTT (2011) Pacote da Mobilidade. Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, <http://www.imtt.pt/sites/IMTT/Portugues/Planeamento/EstudosProjectosCurso/PacotedaMobilidade/Paginas/QuadrodeReferenciaparaPlanosdeMobilidadeAcessibilidadeeTransportes.aspx>

INE (1994) Conceitos - Detalhe. Instituto Nacional de Estatística, http://metaweb.ine.pt/sim/conceitos/Detail.aspx?cnc_cod=2011&cnc_ini=24-05-1994

INE (2003) Movimentos Pendulares e Organização do Território Metropolitano: Área Metropolitana de Lisboa e Área Metropolitana do Porto 1991-2001. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, http://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=267616&att_display=n&att_download=y

IPCC (2007) Climate Change 2007: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf

IPCC (2009), Index. <http://www1.ipcc.ch/about/index.htm>

KWAN, M.P. e DIJST, M. (2007) Interaction Between ICT (Information and Communications Technologies) and Human Activity-Travel Behavior. *Transportation Research Record A*, Vol. 41, Issue 2, Fevereiro de 2007, pp. 121-204

LITMAN, T. (1997) Employer Provided Transit Passes: A Tax Exempt Benefit. Victoria Transport Policy Institute, www.vtpi.org/transit_tax_study_1997.pdf

MARTENS, M.J. e GRIETHUYSEN, S.V. (2000) The ABC location policy in the Netherlands: the right business at the right place, projecto Transland (<http://www.eltis.org/studies/abc-netherlands.txt>)

MCGUCKIN, N. e NAKAMOTO, Y. (2004) Trips, Chains, and Tours - Using an Operational Definition, NHTS Conference, Nov 1-2, 2004

MERCEDES (2011) Mercedes-Benz Sprinter Combi. Mercedes, http://www.mercedes-benz.pt/content/portugal/mpc/mpc_portugal_website/pt/mpc_splashpage/home/home/commercial_vehic/les/nya_transportbilar/New_Sprinter/crewbus/engines.0005.html

MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO (2008) Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE), <http://www.portugal.gov.pt/pt/Documentos/Governo/MEI/PNAEE.pdf>

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (2007) Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), http://www.territorioportugal.pt/pnpot/Storage/pdfs/Sumario_PNPOT.pdf

MOURA, F. (2009a) Dimensões da mobilidade sustentável, Indústria e Ambiente, Março/Abril de 2009, pp.20-24

MOURA, F. (2009b) Car organ transplant - anticipating energy and environmental benefits of cleaner Technologies, PhD Dissertation, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa

NILLES, J.M. (1996) What Does Telework Really Do To Us?. World Transport Policy and Practice, Vol. 2, No. 1/2, 1996, pp. 15-23

POLLUTION PROBE (2001) SMART Trip Reduction Manual. <http://www.carpool.ca/Includes/Documents/SMComplete.pdf>

QUERCUS (2009) Relatório de Actividades 2008. Quercus - Associação Nacional de Conservação da Natureza, http://www.quercus.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/articleFile170.pdf

RYE, T. (2002), Travel plans: do they work?, Transport Policy 9 (2002), pp. 287-298

SÉNECA, H. (2008) As sete vidas de um portátil, <http://pcmedic.pt/image/clipping/exameabr08.pdf>

STOCKLAND (2007) Environment. Stockland Corporation Limited, <http://www.stocklandsustainability.com.au/2007/Environment.html>

TIAX (2007) The Energy and Greenhouse Gas Emissions Impact of Telecommuting and e-Commerce. Final Report to the Consumer Electronics Association, Julho de 2007, http://www.ce.org/Energy_and_Greenhouse_Gas_Emissions_Impact_CEA_July_2007.pdf

TNT PORTUGAL (2010) TNT Express. http://www.tnt.com/express/pt_pt/site/home/about_us/about_tnt_express.html

VIEGAS, J.M. e MOURA, F. (2006) A Procura e a Eficiência Energética nos Transportes, Gazeta de Física, Vol. 29.(2006), pp. 78-83

VIEGAS, J.M. et al. (2008) Innovation in transport modes and services in urban areas and their potential to fight congestion, ISBN 978-972-752-111-1, FEUP Edições

VTPI (2008a) About This Encyclopedia. Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/tdm/tdm12.htm>

VTPI (2008b) Ridesharing. Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/tdm/tdm34.htm>

VTPI (2008c) Telework. Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/tdm/tdm43.htm>

VTPI (2008) Commuter Financial Incentives. Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/tdm/tdm8.htm>

VTPI (2008) HOV Priority. Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/tdm/tdm19.htm>

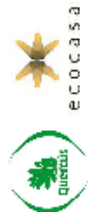
VTPI (2008) Parking Management. Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/tdm/tdm28.htm>

VTPI (2008) Rebound Effects. Victoria Transport Policy Institute, <http://www.vtpi.org/tdm/tdm64.htm>


Anexos

Anexo I - Questionário realizado aos colaboradores da TNT

Nota: o questionário incluído é referente ao segundo ano do programa



EcoFamílias TNT



II. MOBILIDADE

ID Família:

2.1 Utilização de Veículo Individual nas viagens casa/trabalho/casa				Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		Dono <input type="checkbox"/> Outro ocupante <input type="checkbox"/>	
2.1.1 Tipo de Veículo Individual que usa nas viagens casa/trabalho/casa				Automóvel <input type="checkbox"/>	Motociclo <input type="checkbox"/>	Situação face ao veículo	
Marca	Modelo	Potência	Consumo litros/100km (Euro/dia)			Cilindrada	Utilização ar condicionado (diário)
2.1.2 Utilização de transporte colectivo nas viagens casa/trabalho/casa				Sim <input type="checkbox"/> Quais		Não <input type="checkbox"/>	

2.2 Caracterização das deslocações casa/trabalho/casa									
Deslocações / dia	Hora de início	Hora de fim	Local de partida				Local de chegada		
			Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Deslocação casa/trabalho									
Deslocação trabalho/casa									

	Distância percorrida (km)	Meio de transporte	Companhia que assegura o transporte	Razão da escolha do transporte (Necessidade - N /Comodidade - C)	Transporte alternativo viável	Nº vezes que adapta o percurso

Figura AI.1 - Questionário realizado aos colaboradores da TNT (frente)

EcoFamílias TNT

2.3 Se recebesse um incentivo da empresa para alterar o modo como se desloca para o trabalho, de transporte individual para colectivo, qual preferia que fosse:

a. Contribuição para pagar o passe

☐

b. Criação de um circuito de minibus fretados pela empresa que fizessem a ligação entre a estação de comboio, metro ou autocarros mais próxima e o seu escritório

☐

c. Criação de uma rede interna de partilha de veículos menos poluentes entre os colaboradores, de acordo com a sua morada

☐

d. Possibilidade de realizar o seu trabalho em casa através do teletrabalho, se viável

☐

e. Outro

☐

Figura AI.2 - Questionário realizado aos colaboradores da TNT (verso)

Anexo II - Localização geográfica das residências e dos locais de trabalho dos colaboradores da TNT

Nota: Alguns dos colaboradores cujos locais de residência estão presentes nas figuras que se seguem foram excluídos do programa pelas razões referidas na secção 3.2

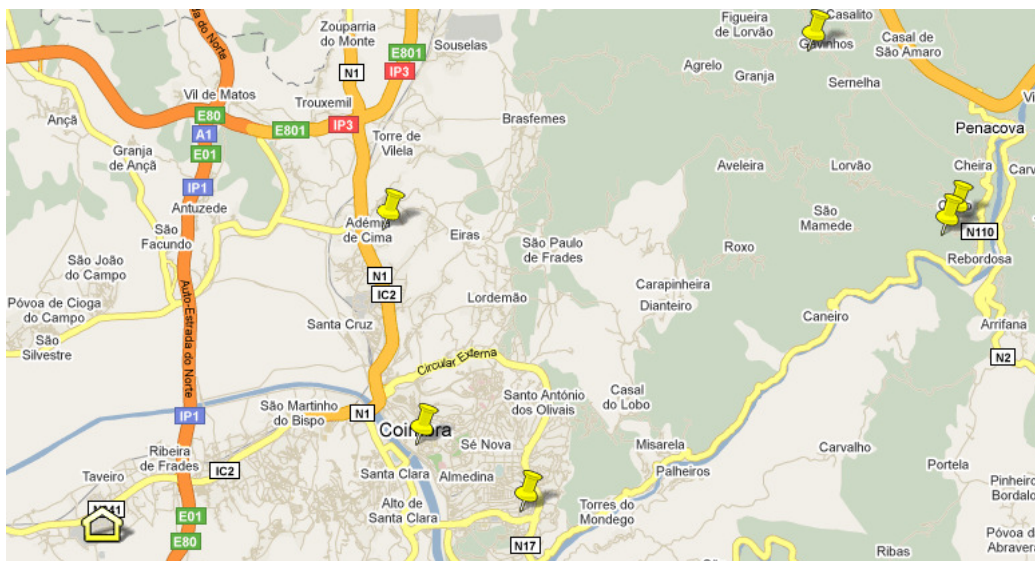


Figura All.1 - Localização das residências e do local de trabalho dos colaboradores de Coimbra (1º Ano)

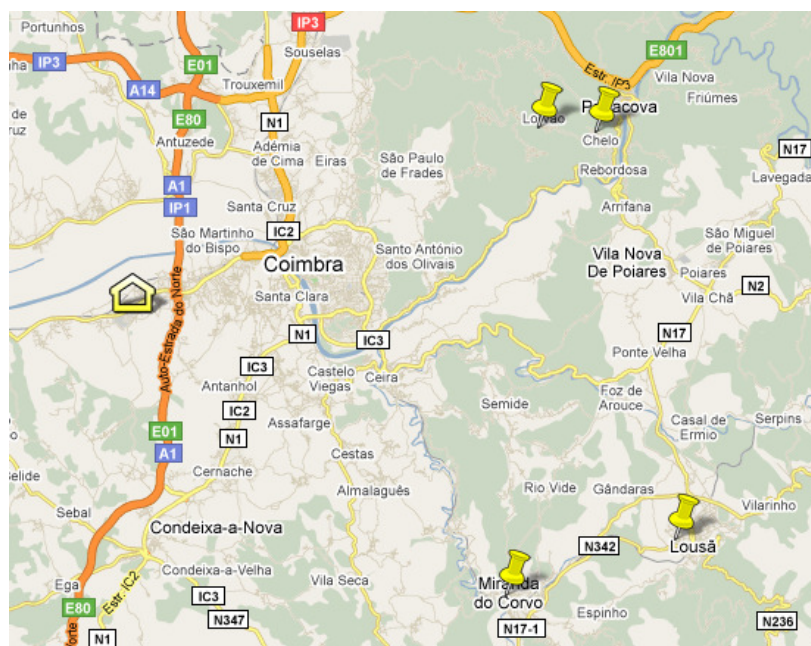


Figura All.2 - Localização das residências e do local de trabalho dos colaboradores de Coimbra (2º Ano)

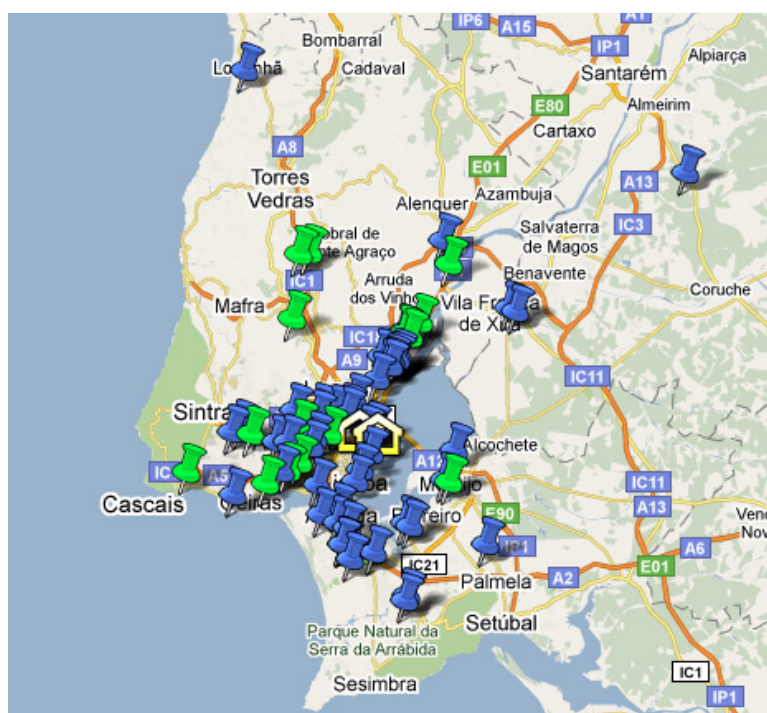


Figura AII.3 - Localização das residências e dos locais de trabalho⁵³ dos colaboradores de Lisboa (1º Ano)

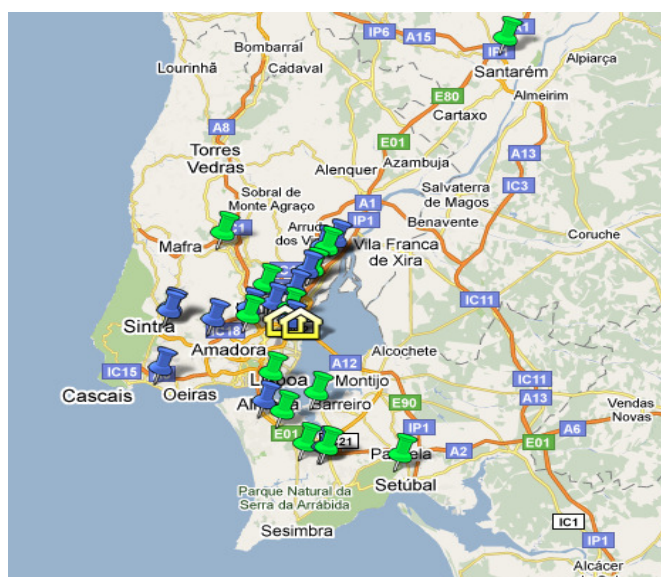


Figura AII.4 - Localização das residências e dos locais de trabalho dos colaboradores de Lisboa (2º Ano)

⁵³ A azul estão assinaladas as residências dos colaboradores do Depot enquanto a verde estão assinaladas as residências dos colaboradores que trabalham no Head Office.

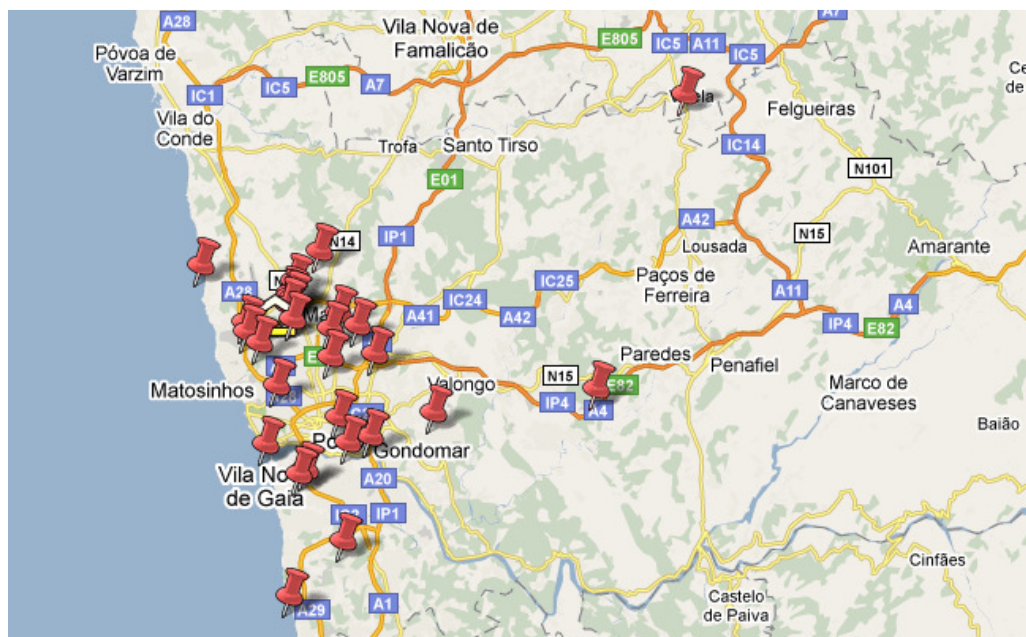


Figura AII.5 - Localização das residências e do local de trabalho dos colaboradores do Porto (1º Ano)

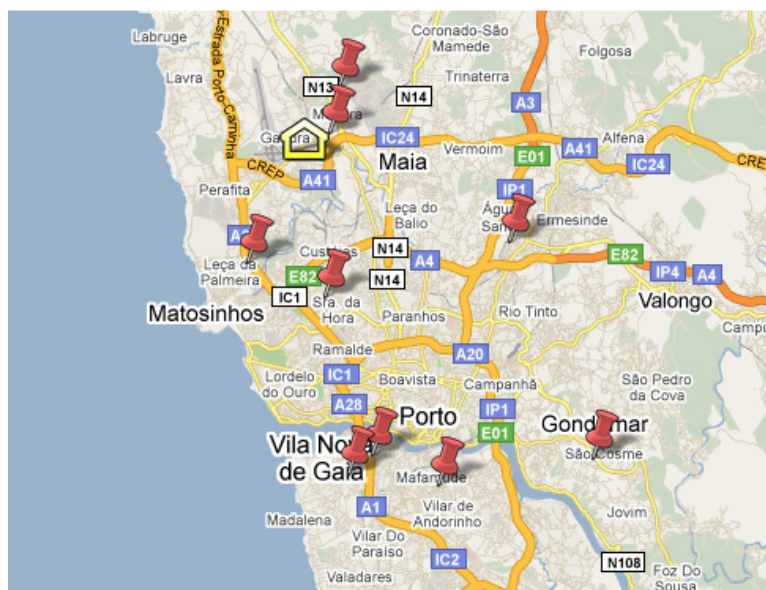


Figura AII.6 - Localização das residências e do local de trabalho dos colaboradores do Porto (2º Ano)

As moradas dos 4 locais de trabalho analisados nesta tese são as seguintes:

Coimbra

Mercado Abastecedor da Região de Coimbra, Entrepasto E2

Reveles

3040-881 Taveiro

Lisboa (Depot)

Rua C, Edifício 77

Aeroporto de Lisboa

1749-104 Lisboa

Lisboa (Head Office/Sede)

Avenida D. João II

Lote 1.17.01 9ºA

1990-084 Lisboa

Porto

Rua do Barreiro, 200

Urbanização da Boa Viagem II

4470-573 Moreira da Maia

Anexo III – Consumo de combustível considerado no cálculo das emissões de CO₂

Tabela AIII.1 - Consumo de combustível associado a veículos a gasóleo (1º ano do programa)

Colaborador	Veículo Utilizado	Consumo (L/100 km)
L6	Fiat Punto (2003) 1300 cc	5
L10	?	5,5
L11	Volkswagen Golf (1995) 1900cc	6
L13	Volkswagen Polo (2001) 1422 cc	5
L14	?	5
L15	Renault Clio (2001) 1900 cc	6
L19	Peugeot 307 (2005) 1500 cc	6
L20	Peugeot 307 (2005) 1400 cc	5
L22	Suzuki Jimny (2004) 1500 cc	6
L34	Renault Clio (1998) 1300 cc	5,5
L35	Opel Astra (2001) 1700 cc	5
L36/L48 ⁵⁴	Renault Clio (2002) 1500 cc	6
L44	Ford Fiesta (2004) 1400 cc	5
L47	Opel Corsa (2001) 1700 cc	5,5
L50	?	6
H1	?	7
H3	Audi A3 (2006) 1900 cc	5,5
H4	?	6,4
H5	Peugeot 307 (2003) 1400 cc	5
H8	Volkswagen Polo (2002) 1400 cc Peugeot 206 (2003) 1400 cc	5
H10	Peugeot 307 1.4HDI	6
H15	Mitsubishi Strakar (2006) 2500 cc	8,5
P1	?	6
P3	Opel Corsa (1999) 1500 cc	5
P7	Ford Fiesta (2002) 1400 cc	5
P12	Seat Ibiza 1900 cc	6,5

⁵⁴ Partilham o automóvel nos movimentos pendulares.

P19	Mitsubishi Carisma (2000) 1900 cc	7
P22	Peugeot Xa (2005) 1400 cc	4,5
P26	Volkswagen Lupo (1999) 1000 cc	6

Tabela AIII.2 - Consumo de combustível associado a veículos a gasóleo (2º ano do programa)

Colaborador	Veículo Utilizado	Consumo (L/100 km)
L7	Ford Mondeo (2003) 2000 cc 130 cv	7,1
L8	Ford Focus	5,275
L10	Citroen C3 Pluriel 1400 cc 90 cv (2007)	6
H4	Peugeot 205 (1993) 1500 cc	7,5
H5	Renault Megane Break (2005)	6,5
H9	Renault Megane (2007) 1500 cc	6,5
C3	Renault Safrane	8
C4	Ford Focus (2001)	6,5
P1	Peugeot 206 (2004) 1400 cc 75 cv	6
P3/L11	BMW 320D (2007) 2000 cc 177 cv	6,5
P4	Toyota Corolla (2005) 1400 cc 90 cv	5,8
P5	Opel Astra (1998)	7
P6	Skoda Octavia (2003) 1900 cc 110 cv	6,1
P8	Smart ForTwo (2000)	4
P9	Citroen Saxo (2000) 1400 cc	6
H13	BMW 320D (2009) 2000 cc	6,1

Tabela AIII.3 - Consumo de combustível associado a veículos a gasolina (1º ano do programa)

Colaborador	Veículo Utilizado	Consumo (L/100 km)
C3	Toyota Prius	4,3
L2	Honda Civic (2000) 1396 cc	7
L8	Peugeot 206 1124 cc	6
L16	Renault Clio (1997) 1149 cc	6
L17	Opel Corsa (1992)	10
L24	Fiat Punto (2000) 1242 cc	6

L26	Renault Clio (2000) 1149 cc	6
L33	Fiat Weekend (2000) 1200 cc	6,5
L39	Seat Ibiza (1998) 1000 cc	6
L40	Toyota Yaris (2000) 1000 cc	6,5
L42	Fiat Punto (2001) 1200 cc	6
L45	?	7
L49	Fiat Punto (1997) 1100 cc	6,5
H7	Citroen C2 1124 cc	7
H11	Honda Jazz (2004) 1500 cc	5,7
P8	Kia Shuma (2002) 1500 cc	8
P10	Renault Clio (1991) 1200 cc	6
P14	Lancia Lybra (2001) 1900 cc	7,8
P17	Ford Fiesta (1990) 1100 cc	6
P20	Rover 200 RF (1999) 1396 cc	6,5
P23	Seat Ibiza (2006) 1200 cc	6
P24	Honda Civic (2005) 1400 cc	7
P25	Renault Twingo (1994) 1000 cc	6,5
P27	Renault Clio (1999) 1200 cc	6,5
P28	Peugeot 106 (1998) 1000 cc	6

Tabela AIII.4 - Consumo de combustível associado a veículos a gasolina (2º ano do programa)

Colaborador	Veículo Utilizado	Consumo (L/100 km)
L3	Fiat Punto (1995) 1100 cc 55 cv	6
L5	Volkswagen Golf (2001)	6,6
L12	Renault 19 (1996) 1200 cc	7
L13	Nissan Almera	7
H1	Honda Civic (1992) 1600 cc	7
H2	Renault Clio (2001) 16 V	6,5
H6	Volkswagen Polo	6,2
H7	Toyota Prius	4,3
H11	Opel Corsa (1998) 1400 cc	8,2
C1	Renault Clio (2006) 1200 cc	6,7

P13	Honda Civic Type R (2001) 200 cv 1999 cc	9,1
-----	--	-----

Tabela AIII.5 - Consumo de combustível associado a veículos a GPL (1º ano do programa)

Colaborador	Veículo Utilizado	Consumo (L/100 km)
P6	Seat Toledo (1995) 2000 cc	11

Tabela AIII.6 - Consumo de combustível associado a veículos a GPL (2º ano do programa)

Colaborador	Veículo Utilizado	Consumo (L/100 km)
C2	Rover 400 (1998)	8

Tabela AIII.7 - Consumos de combustível associados ao *minibus* considerado (Mercedes, 2011)

Tipo de Consumo	Consumos ⁵⁵ (L/100 km)
Urbano	11,8 - 13,3 (12,55)
Extra-urbano	7,7 - 8,7 (8,2)
Combinado	9,2 - 10,4 (9,8)

⁵⁵ Os consumos apresentados dizem respeito a veículos com caixa manual. Foram utilizados os valores entre parêntesis nos cálculos, que correspondem à média dos intervalos apresentados.

Anexo IV – Fórmulas utilizadas no cálculo das emissões de CO₂

$$E = \frac{D \times C \times VRE}{100 \times N}$$

Legenda:

E - emissões totais diárias (gCO₂-equivalente.passageiro⁻¹.dia⁻¹)

D - distância percorrida (km.dia⁻¹)

C - consumo de combustível por 100 km (l.km⁻¹)

VRE - valor de referência de emissão para automóveis a gasóleo, gasolina e GPL (gCO₂-equivalente.l⁻¹)

N - número de ocupantes durante a maior parte do percurso (passageiro)⁵⁶

$$E = D \times FE$$

Legenda:

E - emissões totais diárias (gCO₂-equivalente.passageiro⁻¹.dia⁻¹)

D - distância percorrida (km.dia⁻¹)

FE - factor de emissão associado a cada tipo de transporte (gCO₂-equivalente.pkm⁻¹).

⁵⁶ Não foi considerado no cálculo das emissões associadas à implementação do *minibus* (capítulo IV). No caso do *ridesharing*, a divisão pelo número de passageiros no veículo só foi considerada nas situações em que o colaborador transportava o filho para a escola no percurso casa - ponto de encontro (ida e volta).

Anexo V - Fórmulas utilizadas no cálculo dos custos, de acordo com o(s) tipo(s) de transporte(s) utilizado(s)

- Transporte individual (TI)

$$C = VU \times D$$

Legenda:

C = Custo total anual associado aos movimentos pendulares (euros.ano⁻¹)

VU = Valor unitário que traduz os custos totais associados à posse e utilização de um automóvel (0,30€/km⁻¹)

D = Distância percorrida anualmente nos movimentos pendulares realizados em transporte individual (km.ano⁻¹)

- Transporte colectivo (TC)

$$C = CP \times M$$

Legenda:

C = Custo total anual associado aos movimentos pendulares (euros.ano⁻¹)

CP = Custo mensal do passe (euros.mês⁻¹)

M = Número de meses de trabalho anuais (mês.ano⁻¹)

- Transporte colectivo e individual (TC + TI)

$$C = (VU \times D) + (CP \times M)$$

Legenda:

C = Custo total anual associado aos movimentos pendulares (euros.ano⁻¹)

VU = Valor unitário que traduz os custos totais associados à posse e utilização de um automóvel (0,30€/km⁻¹)

D = Distância percorrida anualmente nos movimentos pendulares realizados em transporte individual (km.ano⁻¹)

CP = Custo mensal do passe (euros.mês⁻¹)

M = Número de meses de trabalho anuais (mês.ano⁻¹)

Anexo VI - Pagamento de passes

Nota: O custo dos passes é relativo a Agosto de 2009. A actualização desses custos não foi feita porque iria distorcer a comparação entre a situação inicial e a implementação das alternativas propostas no capítulo IV.

Tabela VI.1 - Custo do passe e reduções associadas aos colaboradores do Depot (1º Ano)

Colaborador	Tipo de Passe	Custo do Passe (€)	Reduções Associadas (kgCO ₂ .dia ⁻¹)
L2	Carris/Metro Rede 30 dias	30,85	1,07
L6	Carris/Metro Urbano 30 dias	28,10	1,33
L10	Carris/Metro Urbano 30 dias	28,10	1,88
L11	Carris/CP Lisboa - Rio de Mouro	44,45	1,29
L13	RL Suburbano 123	32,85	0,30
L15	RL Suburbano 123	32,85	4,17
L16	Carris/CP Lisboa - Queluz	37,55	1,12
L17	Carris Urbano 30 dias	22,60	2,12
L19	Fertagus/Carris Coima	73,85	11,72
L20	RL Suburbano 123	32,85	2,80
L22	Carris/TST A1	44,40	2,60
L24	Carris Urbano 30 dias	22,60	0,26
L26	RL Suburbano 12	27,15	0,16
L33	Carris/CP Lisboa - Alverca	44,45	4,05
L36	Carris/SL - Barreiro - 30 dias	38,30	-0,37
L40	Carris/CP Lisboa - Bobadela	31,80	1,17
L42	Carris/Metro Rede 30 dias	30,85	1,82
L44	Fertagus/Carris Coima	73,85	3,52
L45	Carris/CP Lisboa - Amadora	31,80	9,24
L47	Carris/Vimeca V2	37,70	-1,29
L48	Carris/SL - Barreiro - 30 dias	38,30	-0,37
L49	Fertagus/Carris Corroios	48,90	0,95
L50	Carris/Metro Urbano 30 dias	28,10	1,97

Tabela VI.2 - Custo do passe e reduções associadas aos colaboradores do Depot (2º Ano)

Colaborador	Tipo de Passe	Custo do Passe (€)	Reduções Associadas (kgCO ₂ .dia ⁻¹)
L3	RL Suburbano 12	27,15	1,26
L5	Carris/CP Cais do Sodré - Cascais	53,40	5,38
L7	Assinatura CP 2 Zonas	29,25	5,32
L11	Fertagus/Carris Corroios	48,90	17,38

Tabela VI.3 - Custo do passe e reduções associadas aos colaboradores do Head Office (1º Ano)

Colaborador	Tipo de Passe	Custo do Passe (€)	Reduções Associadas (kgCO ₂ .dia ⁻¹)
H1	Boa Viagem/Metro	95,50	5,60
H3	Assinatura CP (Malveira - Oriente)	80,25	0,79
H4	Carris/Vimeca V1	33,90	2,78
H5	L123	52,50	6,60
H7	CP/LT 2B	56,85	8,22
H8	Assinatura TST Montijo	60,00	-1,27

Tabela VI.4 - Custo do passe e reduções associadas aos colaboradores do Head Office (2º Ano)

Colaborador	Tipo de Passe	Custo do Passe (€)	Reduções Associadas (kgCO ₂ .dia ⁻¹)
H2	Assinatura CP 1 Zona	21,50	0,63
H4	Passe TST Setúbal	104,00	4,09
H7	Fertagus/ CP Coima	72,85	4,91
H9	Fertagus/ CP Coima	72,85	8,39
H12	Metro/Soflusa/TCB	44,00	0,40
H13	Assinatura CP Santarém	126,45	19,88

Tabela VI.5 - Custo do passe e reduções associadas aos colaboradores do Porto (1º Ano)

Colaborador	Tipo de Passe	Custo do Passe (€)	Reduções Associadas (kgCO ₂ .dia ⁻¹)
P1	Assinatura Z2	23,45	2,33
P3	CP 1 Zona + Assinatura Z5	66,70	5,66

P6	Assinatura Z4	37,25	9,84
P7	Assinatura Z2	23,45	3,13
P10	Assinatura Z2	23,45	5,90
P12	Assinatura Z4	37,25	4,69
P19	Assinatura Z2	23,45	2,51
P20	Assinatura Z4	37,25	2,44
P23	Assinatura Z4	37,25	1,61
P24	Assinatura Z4	37,25	4,28
P25	Assinatura Z3	30,35	2,80
P27	Assinatura Z3	30,35	0,23
P28	Assinatura Z2	23,45	0,42

Tabela VI.6 - Custo do passe e reduções associadas aos colaboradores do Porto (2º Ano)

Colaborador	Tipo de Passe	Custo do Passe (€)	Reduções Associadas (kgCO ₂ .dia ⁻¹)
P5	Assinatura Z3	30,35	2,86